



Uranium 2001 : Ressources, production et demande



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

Uranium 2001

Ressources, production et demande

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), la République de Corée (12 décembre 1996) et la République slovaque (14 décembre 2000). 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 2001

RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND – 2001 EDITION

Photos : Extraction de minerai à forte teneur en uranium au Canada. Installations en surface, consolidation du minerai en souterrain, forage montant et benne preneuse télécommandée au centre de McArthur River. Avec la permission de la société Cameco.

© OCDE 2002

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 (CCF), 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 Editions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

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) établissent 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 mondiales dans le domaine de l'uranium. Ces mises à jour, mieux connues sous le nom de *Livre rouge*, sont publiées par l'AEN. La 19^{ème} édition du *Livre rouge* remplace l'édition de 1999 et repose sur les informations existantes au 1^{er} janvier 2001.

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 2020. 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 connexes en uranium. Cet ouvrage contient des données statistiques annuelles et des projections concernant les ressources en uranium, la prospection, la production, les activités liées à l'environnement, la puissance nucléaire installée, les besoins annuels en uranium, les stocks d'uranium et les politiques intéressant le domaine de l'uranium. On y trouve également des rapports nationaux détaillés.

Cette publication analyse la situation de l'offre et de la demande 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 sont ensuite comparées aux quantités d'uranium susceptibles d'être requises à l'avenir pour les réacteurs. Les projections concernant la demande d'uranium à plus long terme, qui reposent sur l'avis d'experts plutôt que sur les indications fournies par les autorités nationales, font l'objet d'un examen qualitatif.

La présente publication s'appuie sur les données obtenues au moyen de questionnaires soumis par l'AEN à ses pays Membres (20 d'entre eux ayant répondu) et par l'AIEA à ceux de ses États Membres qui n'appartiennent pas à l'OCDE (27 pays ayant répondu). Les opinions exprimées dans les chapitres I et II ne reflètent pas nécessairement le point de vue des pays Membres ou des organisations internationales participants. Cet ouvrage 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 cette publication en répondant au questionnaire qui leur a été adressé.

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ DE SYNTHÈSE	9
DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE	13
I. OFFRE D'URANIUM.....	21
A. Ressources en uranium.....	21
• Ressources classiques connues	21
• Répartition des ressources classiques connues par catégorie et par tranche de coût	24
• Disponibilité des ressources.....	25
• Ressources classiques non découvertes	25
• Ressources non classiques et autres.....	27
• Ressources en uranium et durabilité	27
B. Prospection de l'uranium.....	29
• Activités en cours et événements récents.....	30
C. Production d'uranium.....	35
• État actuel de la production d'uranium.....	36
• Techniques de production.....	37
• Projections relatives à la capacité théorique de production	41
• Évolution des installations de production	46
D. Activités liées à l'environnement et aspects socio-culturels	47
II. DEMANDE D'URANIUM.....	53
A. Programmes électronucléaires actuels et besoins en uranium des réacteurs électrogènes.....	53
B. Développement prévu de l'énergie nucléaire et besoins en uranium correspondants	60
C. Relations entre l'offre et la demande d'uranium	63
• Sources secondaires d'approvisionnement.....	64
• Évolution du marché de l'uranium	71
• Perspectives jusqu'en 2020.....	74
• Analyse de l'équilibre offre/demande d'uranium jusqu'en 2050.....	76
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.... 87

Afrique du Sud	88
Algérie	96
Allemagne	98
Argentine	104
Arménie	112
Australie	113
Belgique.....	136
Brésil.....	139
Canada	148
Chili	163
Chine.....	167
Corée, République de	174
Espagne.....	176
États-Unis d'Amérique	182
Finlande	205
France	210
Gabon	219
Hongrie.....	222
Inde	227
Indonésie	237
Iran, République islamique d'	240
Japon.....	243
Jordanie.....	246
Kazakhstan	248
Kirghizistan	258
Lituanie.....	260
Malaisie	261
Namibie	263
Niger	269
Ouzbékistan.....	274
Pays-Bas	285
Philippines	286
Pologne	288
Portugal.....	291
République slovaque	297
République tchèque.....	299
Roumanie.....	310
Royaume-Uni	317
Russie, Fédération de	322
Slovénie	330
Suède	334
Suisse	337
Tadjikistan	339
Thaïlande.....	341
Turquie	342
Ukraine	345
Viêt Nam	354

ANNEXES

1. Membres du Groupe conjoint AEN/AIEA sur l'uranium et auteurs de contributions à la publication	359
2. Liste des organismes ayant contribué à la présente publication	363
3. Types géologiques des gisements d'uranium.....	367
4. Index des rapports nationaux parus dans les éditions du Livre rouge de 1965 à 2001	371
5. Équivalents énergétiques de l'uranium et coefficients de conversion de l'énergie	377
6. Taux de change.....	381
7. Groupements de pays et de zones géographiques comportant des activités liées à l'uranium.....	385
8. Termes techniques.....	387

EXPOSÉ DE SYNTHÈSE

Le présent ouvrage, intitulé *Uranium 2001 – Ressources, Production et Demande*, expose les résultats de l'examen de la situation de l'offre et de la demande d'uranium dans le monde en 2001 et donne les caractéristiques statistiques de l'industrie mondiale de l'uranium au 1^{er} janvier 2001. C'est la 19^{ème} édition de la publication désormais connue sous le nom de Livre rouge, qui est parue pour la première fois en 1965. Celle-ci contient des données officielles transmises par 45 pays, de même que des données officieuses concernant deux pays, sur les activités de prospection, les ressources et la production d'uranium, ainsi que les besoins des centrales nucléaires. Cette édition comporte pour la première fois un rapport émanant du Tadjikistan. Cet ouvrage fournit des projections relatives à la puissance nucléaire installée et aux besoins en uranium des centrales nucléaires jusqu'en 2020. On y trouve aussi une étude prospective sur l'offre et de la demande d'uranium jusqu'en 2050.

Prospection

En 2000, le montant total des dépenses mondiales de prospection a été d'environ 87 millions d'USD, accusant ainsi une baisse supérieure à 50 % par rapport au chiffre record de plus de 178 millions d'USD atteint en 1997. Les activités de prospection ont été axées sur des zones susceptibles de contenir des gisements liés à des discordances et des gisements renfermés dans des grès qui se prêtent à la lixiviation *in situ*. Elles se sont, pour l'essentiel, déroulées au voisinage immédiat des ressources connues, des dépenses limitées étant consacrées aux activités de prospection de base. Par ailleurs, en 2000, les dépenses ont été affectées à raison de plus de 95 % aux activités de prospection sur le territoire national, ce qui correspond à une diminution de plus de 84 % des dépenses de prospection engagées à l'étranger par rapport aux niveaux de 1997. Selon les projections, les dépenses de prospection continueront à s'infléchir en 2001 pour tomber à environ 55 millions d'USD au total et s'inscrire donc en recul de 37 % par rapport au montant total pour 2000.

Ressources

Les quantités totales de ressources classiques connues (RRA et RSE-1) comprises dans les tranches de coût inférieur ou égal à 80 USD/kg d'U (environ 3 107 000 t d'U) et à 130 USD/kg d'U (environ 3 933 000 t d'U) n'ont guère varié en 2001 par rapport à leurs niveaux de 1999. Cependant, les ressources connues dans la tranche de coût inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U ont augmenté de près de 66 % par rapport à celles indiquées en 1999, principalement du fait que l'Australie a notifié pour la première fois les ressources relevant de cette tranche de coût. On estime que les ressources classiques non découvertes (RSE-II et Ressources Spéculatives) représentaient environ 12 271 000 t d'U au total en 2001. Aucune modification importante n'a été observée dans les ressources non découvertes parmi les différents pays fournissant des informations à ce sujet.

Le fait que les quantités totales de ressources sont demeurées relativement stables entre 1999 et 2001 laisse penser que les nouvelles découvertes ou le transfert de ressources dans des catégories présentant un plus haut degré de certitude ont à peu près suivi le rythme de la production.

Production

En 2000, la production d'uranium s'est élevée à 36 112 t d'U au total, contre 32 179 t d'U en 1999, ce qui représente une augmentation de l'ordre de 12 %. Les pays ayant communiqué des informations sur leur production ont été, en 2000, au nombre de 21, contre 23 pays producteurs en 1998, l'Argentine, la Belgique et le Gabon ayant mis fin à leurs activités de production tandis que le Brésil reprenait les siennes. C'est en Australie et au Kazakhstan que les gains de production ont été les plus notables entre 1998 et 2000, les augmentations ayant été respectivement de 55 % et de 47 %. Inversement, les États-Unis et le Niger ont accusé les plus forts déficits de production représentant respectivement de l'ordre de 16 % et de 22 %. En 2001, la production devrait légèrement progresser par rapport à celle de 2000. Il est prévu que les activités de production prendront fin en France et au Portugal pendant l'année 2001 mais cette perte de capacité devrait être compensée par l'accroissement de la production dans d'autres pays. En 2000, l'exploitation minière souterraine représentait 43 % de la production totale, l'exploitation à ciel ouvert, 28 % et l'exploitation par lixiviation *in situ*, 15 %, cependant que la récupération de l'uranium comme co-produit ou sous-produit de l'extraction du cuivre et de l'or et d'autres méthodes non classiques contribuent pour la plus large part aux 14 % restants.

Aspects de la production d'uranium liés à l'environnement

La sensibilisation à l'importance des aspects de la production d'uranium liés à l'environnement est très manifeste si l'on se réfère au nombre croissant de pays fournissant des informations sur les coûts et les activités concernant l'environnement dans leurs rapports nationaux. Ces rapports sont principalement axés sur le déclassement et le réaménagement des sites hors service, bien qu'ils contiennent aussi des informations relatives aux travaux de réaménagement en cours sur des sites en exploitation. On trouvera un complément d'information sur les aspects de la production d'uranium liés à l'environnement dans un rapport distinct établi par le Groupe conjoint AEN/AIEA sur l'uranium et intitulé *Réaménagement de l'environnement des sites de production d'uranium*, Paris, OCDE, 2002.

Demande d'uranium

À la fin de 2000, on comptait au total 438 réacteurs nucléaires commerciaux en exploitation, qui représentaient une puissance installée nette d'environ 360 GWe et dont les besoins en uranium étaient évalués à approximativement 64 014 t d'U. Selon les projections, la puissance nucléaire installée mondiale devrait passer, dans l'hypothèse haute retenue pour la demande, à environ 464 GWe (nets) ou diminuer faiblement, dans l'hypothèse basse, pour s'établir à environ 334 GWe (nets) d'ici à 2020. En conséquence, les besoins mondiaux en uranium des centrales nucléaires devraient passer, dans l'hypothèse haute, à environ 80 249 t d'U ou être ramenés, dans l'hypothèse basse, à environ 58 010 t d'U d'ici à 2020.

Dans le cadre de ces projections générales, il existe d'importantes variations régionales. La puissance nucléaire installée et les besoins connexes en uranium devraient sensiblement progresser dans la région de l'Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est (atteignant 97 % dans l'hypothèse haute), dans la région de l'Asie de l'Est (où des augmentations de 80 à 90 % sont escomptées) et dans la région du Moyen-Orient, de l'Asie centrale et méridionale (où des augmentations de 113 à 394 % sont escomptées). Dans les régions de l'Amérique centrale et du Sud et de l'Afrique, il est prévu que la puissance nucléaire installée et les besoins en uranium demeureront pour l'essentiel inchangés dans l'hypothèse basse ou augmenteront jusqu'à concurrence de 250 % dans l'hypothèse haute. On s'attend à ce que la puissance nucléaire installée et les besoins en uranium restent à peu près constants ou diminuent dans les régions de l'Amérique du Nord, de l'Europe occidentale et de la Scandinavie.

Cependant, les projections concernant ces régions sont entachées d'une grande incertitude car on continue à s'interroger sur l'ampleur de la contribution future de l'énergie nucléaire à la satisfaction des besoins énergétiques.

Plusieurs facteurs, notamment l'intérêt accru qui pourrait être porté à la sécurité des installations, la sécurité d'approvisionnement et l'importance qui sera accordée à l'avenir au rôle de l'énergie nucléaire dans la lutte contre le réchauffement de la planète, sont susceptibles d'influer notablement sur ces projections. Les préoccupations suscitées par 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 aux émissions de gaz à effet de serre, pourraient provoquer à long terme un accroissement encore plus fort que prévu de la demande d'uranium.

Relations entre l'offre et la demande

À la fin de 2000, la production mondiale d'uranium (36 112 t d'U) permettait de répondre à 56 % environ des besoins des centrales nucléaires dans le monde (64 014 t d'U). Le reste des besoins était couvert grâce à des sources secondaires, notamment aux stocks civils et militaires, au retraitement de l'uranium et au réenrichissement de l'uranium appauvri. Cependant, d'ici à 2025, les sources secondaires perdront sans doute de leur importance et ne pourraient couvrir les besoins qu'à raison de 4 à 6 %, suivant les projections utilisées pour la demande.

Le marché de l'uranium à moyen terme demeure incertain en raison du manque d'informations sur la nature et l'étendue des sources d'approvisionnement secondaires. La disponibilité croissante de nouvelles sources d'approvisionnement provenant de la conversion des matières fissiles des ogives nucléaires, parallèlement aux augmentations intervenues récemment dans les stocks commerciaux, a pour corollaire un marché qui se caractérise en permanence par une offre excédentaire et de faibles prix. Il est probable que les niveaux peu élevés de production et les prélèvements sur les stocks civils et militaires se maintiendront pendant plusieurs années. Les faibles prix de l'uranium ont eu des incidences sur le secteur de la production, entraînant des consolidations, des fermetures de mines et l'ajournement d'investissements et de projets. La production et la prospection demeureront vraisemblablement à un niveau peu élevé, jusqu'à ce qu'il existe suffisamment de preuves que les sources d'approvisionnement secondaires, en particulier les stocks, sont en voie d'épuisement ou que d'importants besoins nouveaux se font jour.

Selon les prévisions actuelles, la capacité théorique de production d'uranium des centres de production existants, commandés, prévus et envisagés, alimentés par des ressources classiques connues (RRA et RSE-I) récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U, ne pourra satisfaire les besoins futurs projetés en uranium du monde, aussi bien dans l'hypothèse basse que dans l'hypothèse haute retenues pour la demande. Ainsi, à court terme, les sources d'approvisionnement secondaires, soit les stocks commerciaux excédentaires, la livraison prévue d'uranium faiblement enrichi (UFE) obtenu à partir de l'uranium fortement enrichi des ogives nucléaires, le réenrichissement des résidus et le traitement du combustible irradié, continueront à s'imposer afin d'assurer des approvisionnements suffisants.

À long terme, lorsqu'on ne disposera plus d'approvisionnements provenant des stocks excédentaires, il faudra répondre aux besoins des centrales nucléaires grâce à l'expansion de la capacité de production existante, parallèlement à la mise en place de centres de production supplémentaires ou à l'introduction d'autres cycles du combustible. Cependant, à court terme, il faudra que les prix sur le marché de l'uranium connaissent des augmentations notables et durables afin de stimuler le développement, en temps utile, de cette base de ressources. Compte tenu des longs délais requis pour découvrir de nouvelles ressources et mettre en place de nouvelles capacités de production, des déséquilibres entre l'offre et la demande risquent de se produire à mesure que les sources

d'approvisionnement secondaires s'épuiseront. D'importantes activités nouvelles de prospection et de mise en valeur s'imposeront vraisemblablement au cours des deux prochaines décennies, si l'on veut continuer à disposer de ressources suffisantes à des prix stables. Il sera indispensable d'obtenir de meilleures informations sur la nature et l'étendue des stocks mondiaux d'uranium et des autres sources d'approvisionnement secondaires, afin de pouvoir établir des prévisions plus précises qui permettraient de prendre, au moment opportun, des décisions en matière de production.

Conclusions

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 développement économique soutenu qui est escompté. L'électronucléaire continuera à jouer un rôle appréciable, encore que l'ampleur de ce rôle demeure incertaine.

En fin de compte, l'avenir de l'énergie nucléaire et, partant, la demande d'uranium seront vraisemblablement fonction de l'importance relative accordée dans les politiques aux aspects clés que sont : la progression continue de la demande d'électricité, la compétitivité de l'électricité nucléaire sur les marchés ouverts et la nécessité de réduire au minimum les incidences sur l'environnement. S'il est possible de démontrer que l'électronucléaire constitue une forme d'énergie propre, sûre et d'un coût abordable, et qu'il existe des solutions acceptables au problème des déchets, l'énergie nucléaire connaîtra vraisemblablement une période de forte croissance. Si l'on ne réussit pas à en apporter la démonstration, l'électronucléaire perdra probablement peu à peu de son importance. Quelle que soit l'orientation prise, la base totale projetée des ressources en uranium, y compris les ressources connues et non découvertes, suffira à répondre aux besoins futurs.

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 des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD 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, ci-après, sous la rubrique Ressources récupérables).

a) Définition des catégories de ressources

Les ressources sont, de manière générale, 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 du cuivre et 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 ventilées, en fonction du degré différent de certitude de leur existence, en quatre catégories. La figure 1 montre la corrélation entre ces catégories et celles utilisées dans les systèmes de classification des ressources en uranium de certains pays.

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 de récupération 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, compte tenu de 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 mesures ainsi que la connaissance des caractéristiques de ces gisements, sont considérées comme ne permettant pas de classer ces ressources en tant que RRA. Les estimations de tonnage, de teneur et de 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.

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

	RESSOURCES CLASSIQUES CONNUES		RESSOURCES CLASSIQUES 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	MESURÉES	INDIQUÉES	PRESUMÉES	PRONOSTIQUÉES	SPÉCULATIVES	
France	RÉSERVES I	RÉSERVES II	PERSPECTIVE I	PERSPECTIVE II		
Allemagne	PROUVÉES	PROBABLES	POSSIBLES	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.

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 RSE-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.

b) Tranches de coût

Les tranches de coût exprimées en dollars des États-Unis (USD), auxquelles se réfère le présent rapport, sont définies comme suit : inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U, inférieur ou égal à 80 USD/kg d'U et inférieur ou égal à 130 USD/kg d'U.

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

Afin de convertir en USD les coûts projetés pour 2001 qui sont exprimés dans d'autres monnaies, on a eu recours au taux de change en vigueur au 1^{er} janvier 2001. Les années précédentes, la conversion en USD des autres monnaies a été effectuée à l'aide d'un taux de change moyen correspondant au mois de juin de l'année considérée. L'annexe 6 donne la liste complète des taux de change utilisés pour établir le présent rapport. Toutes les catégories de ressources sont définies en termes de coûts de l'uranium récupéré au niveau de l'usine de traitement du minerai.

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

- les coûts directs d'extraction, de transport et de traitement du minerai d'uranium ;
- les coût des activités connexes liées à l'environnement et à la gestion de déchets pendant et après les travaux d'extraction ;
- 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 classiques connues (c'est-à-dire les RRA plus les RSE-I), récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U, revêtent une importance particulière car elles alimentent la plupart des centres de production EXISTANTS et COMMANDÉS 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-I 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 coût, ainsi que le montre la ligne horizontale de tirets tracée entre les tranches de coût.

d) Ressources récupérables

Les estimations de ressources sont exprimées en termes de tonnes d'uranium récupérables, 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 ces ressources, comme il est indiqué ci-après.

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, qui sont les suivants (on trouvera, à l'annexe 3, une description plus détaillée des types de gisements d'uranium) :

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.)

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

Récupérables à des coûts	Intérieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U	RESSOURCES RAISONNABLEMENT ASSURÉES	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES I	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES II	RESSOURCES SPÉCULATIVES
	compris entre 40 et 80 USD/kg d'U	RESSOURCES RAISONNABLEMENT ASSURÉES	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES I	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES II	RESSOURCES SPÉCULATIVES
	compris entre 80 et 130 USD/kg d'U	RESSOURCES RAISONNABLEMENT ASSURÉES	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES I	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES II	
	supérieurs ou égaux à 130 USD/kg d'U	RESSOURCES RAISONNABLEMENT ASSURÉES	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES I	RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES II	RESSOURCES SPÉCULATIVES

Degré décroissant d'intérêt économique ←

→ Degré décroissant de fiabilité des estimations

TERMINOLOGIE APPLICABLE À 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.

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 des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U.

TERMINOLOGIE APPLICABLE À LA DEMANDE

Les BESOINS DES CENTRALES NUCLÉAIRES se réfèrent aux acquisitions d'uranium naturel et ne visent pas nécessairement la consommation.

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

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 (U) contenu plutôt que d'oxyde d'uranium (U_3O_8).

1 tonne courte d' U_3O_8	=	0,769 t d'U
1 USD par livre d' U_3O_8	=	2,6 USD/kg d'U
1 tonne métrique	=	1 tonne

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.

TERMINOLOGIE APPLICABLE À L'ENVIRONNEMENT²

Bassin de décantation (ou de stockage) des résidus – Structure dans laquelle les résidus sont déposés en vue d'empêcher leur rejet dans l'environnement.

Déclassement – Actions entreprises à la fin de la durée de vie utile d'une usine de traitement de l'uranium ou autre installation utilisant de l'uranium qui consistent à les mettre hors service compte dûment tenu de la santé et de la sécurité des travailleurs et des personnes du public ainsi que de la protection de l'environnement. Le déclassement a pour objectif ultime la libération ou l'utilisation sans restriction du site. La période de temps requise pour parvenir à cet objectif peut aller de quelques années à plusieurs siècles.

Décontamination – Élimination ou réduction de la contamination radioactive ou chimique toxique par un procédé physique, chimique ou biologique.

Démantèlement – Démontage et enlèvement de toute structure, tout système ou tout composant au cours du déclassement. Le démantèlement peut être exécuté immédiatement après l'arrêt définitif d'une mine ou installation de traitement, ou il peut être différé.

2. Définitions tirées de la publication intitulée *Réaménagement de l'environnement des sites de production d'uranium* (2002), OCDE, Paris.

Étude d'impact sur l'environnement – Ensemble de documents consignant les résultats d'une évaluation des incidences physiques, écologiques, culturelles et socio-économiques d'un projet d'installation, d'établissement ou de technologie.

Fermeture – S'agissant des bassins de décantation des résidus de traitement de l'uranium, actions de caractère opérationnel, réglementaire et administratif requises pour réaménager un bassin de décantation des résidus pour le long terme, de telle sorte qu'il ne nécessite à l'avenir guère, voire pas, de surveillance ou d'entretien.

Libération (ou utilisation) restreinte – Décision de l'organisme réglementaire d'un pays limitant la libération ou l'utilisation d'équipements, de bâtiments, de matières ou du site en raison du risque radiologique ou autre qu'ils peuvent comporter.

Libération (ou utilisation) sans restriction – Décision de l'organisme réglementaire d'un pays autorisant la libération ou l'utilisation sans restriction d'équipements, de bâtiments, de matières ou du site.

Réaménagement de l'environnement – Décontamination et remise en état, conformément à des critères prédéfinis, des sites contaminés par des substances radioactives et/ou dangereuses au cours d'activités passées de production d'uranium.

Remise en état – Processus qui consiste à remettre en état un site conformément à des conditions prédéfinies, de manière à pouvoir l'utiliser à de nouvelles fins.

Résidus – Partie restante d'un minerai métallifère constituée par de la roche finement broyée et des liquides de procédé après que le métal, l'uranium par exemple, a été extrait en totalité ou en partie.

I. OFFRE D'URANIUM

Ce chapitre dresse un bilan, à l'échelle mondiale, de l'état actuel des ressources, de la prospection et de la production dans le domaine de l'uranium. On y trouvera en outre un exposé et une analyse des capacités théoriques de production à l'horizon 2020 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 du minerai d'uranium et du déclassement des installations de production.

A. RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues

Les ressources classiques connues (RCC) se composent des Ressources Raisonnablement Assurées (RRA) et des Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I (RSE-I) récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 USD/kg d'U. Le tableau 1 résume, par catégorie de ressources et tranche de coût, l'évolution des RCC entre l'édition de 1999 du Livre rouge et la présente édition. Comme il ressort de ce tableau, les RCC comprises dans la tranche de coût inférieur ou égal à 130 USD/kg d'U n'ont pratiquement pas varié entre 1999 et 2001. Le principal changement est intervenu au niveau des ressources comprises dans la tranche de coût inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U. Celui-ci est essentiellement imputable au fait qu'en 2001 l'Australie a rendu compte des ressources relevant de cette tranche à faible coût, ce qui n'avait pas été le cas en 1999. Les estimations actuelles des RRA et des RSE-I sont présentées pour chaque pays respectivement dans les tableaux 2 et 3. Outre les ressources figurant dans les tableaux 1, 2 et 3, la Chine a fait mention de 73 000 t d'U parmi les RCC. Toutefois, comme ce pays n'a pas donné de classification complémentaire des ressources ou des coûts, ses ressources n'ont pu être incluses dans les tableaux 1, 2 et 3. De même, l'Inde a indiqué 78 030 t d'U au titre des RCC, dont 54 470 t d'U entrant dans la catégorie des RRA et 23 560 t d'U dans celle des RSE-I. Cependant, comme ce pays n'a pas donné de classification des coûts, ses RCC ne sont pas prises en compte dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1. **Evolution des ressources classiques connues entre 1999 et 2001**
(en milliers de t d'U)

Catégorie de ressources	1999	2001	Variation
RCC (Total)			
≤130 USD/kg d'U	3 954	3 933	-21
≤80 USD/kg d'U	3 002	3 107	+105
≤40 USD/kg d'U*	>1 254	>2 086	>+832
RRA			
≤130 USD/kg d'U	2 964	2 853	-111
≤80 USD/kg d'U	2 274	2 242	-32
≤40 USD/kg d'U*	>916	>1 534	>+618
RSE-I			
≤130 USD/kg d'U	990	1 080	+90
≤80 USD/kg d'U	728	865	+137
≤40 USD/kg d'U*	>338	>552	>+214

* Les chiffres indiqués pour les ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/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
(en milliers de t d'U au 1^{er} janvier 2001)

PAYS	Tranches de coût				
	≤ 40 USD/kg d'U	40-80 USD/kg d'U	≥ 80 USD/kg d'U	80-130 USD/kg d'U	≥ 130 USD/kg d'U
Afrique du Sud	119,20	111,90	231,10	59,90	291,00
Algerie (a) (b)	–	–	26,00	0,00	26,00
Allemagne (b)	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00
Argentine	2,64	2,44	5,08	2,00	7,08
Australie	654,00	13,00	667,00	30,00	697,00
Brésil (a) (b)	56,10	105,90	162,00	0,00	162,00
Bulgarie (a) **	2,22	5,61	7,83	0,00	7,83
Canada	277,99	36,57	314,56	0,00	314,56
Chili (b) (e)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Congo, Rép. démocratique du (a) (b)*	–	–	1,80	0,00	1,80
Danemark (b) *	0,00	0,00	0,00	27,00	27,00
Espagne	0,00	2,46	2,46	2,46	4,92
États-Unis	n.d.	–	104,00	244,00	348,00
Finlande	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50
France (b)	0,19	0,00	0,19	0,00	0,19
Gabon**	4,83	0,00	4,83	0,00	4,83
Grèce *	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Inde (e)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Indonésie (a)	0,00	0,47	0,47	6,33	6,80
Iran, République islamique d' (a)	0,00	0,00	0,00	0,49	0,49
Italie (b) *	–	–	4,80	0,00	4,80
Japon (b)	0,00	0,00	0,00	6,60	6,60
Kazakhstan (a) (b)	317,23	115,56	432,79	162,04	594,83
Malawi (a) **	–	–	11,70	0,00	11,70
Mexique (a) (b) *	0,00	0,00	0,00	1,70	1,70
Mongolie (a) **	10,60	51,00	61,60	0,00	61,60
Namibie (a)	61,83	82,04	143,87	31,24	175,10
Niger (a)	10,91	18,69	29,60	0,00	29,60
Ouzbékistan (a)	90,08	0,00	90,08	25,27	115,35
Pérou (a) *	–	–	1,79	0,00	1,79
Portugal	–	–	7,45	0,00	7,45
République centrafricaine(b) *	–	–	8,00	8,00	16,00
République tchèque	0,00	2,37	2,37	0,00	2,37
Roumanie	–	–	–	–	4,55
Russie, Fédération de (a) (f)	63,00	75,00	138,00	0,00	138,00
Slovénie (b)	0,00	2,20	2,20	0,00	2,20
Somalie (a) (b) *	–	–	0,00	6,60	6,60
Suède (b)	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
Thaïlande	–	–	–	–	0,01
Turquie (a)	0,00	9,13	9,13	0,00	9,13
Ukraine (a)	19,25	23,35	42,60	38,40	81,00
Viêt Nam (a) (b)	0,00	0,00	0,00	1,34	1,34
Zimbabwe (a) *	n.d.	n.d.	1,80	0,00	1,80
Total (c)	> 1 691,07	> 657,69	2 516,10	661,87	3 182,52
Total corrigé (d)	> 1 534,10	> 556,65	2 242,45	589,77	2 853,30

- (a) Ressources *in situ*. – Aucune ressource indiquée. n.d. Données non disponibles.
- (b) Evaluation non réalisée au cours des cinq dernières années ou ne figurant pas dans les réponses en 2001.
- (c) Les ressources totales dans les tranches de coût inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U et compris entre 40 et 80 USD/kg d'U sont supérieures aux chiffres indiqués dans les tableaux, car certains pays ne fournissent pas d'estimations de ressources principalement pour des raisons de confidentialité.
- (d) Les ressources *in situ* (correspondant à la note « a ») ont été corrigées pour estimer la quantité de ressources récupérables à l'aide des facteurs de conversion fournis par les pays. Lorsque ces facteurs n'ont pas été communiqués, le Secrétariat les a estimés, compte tenu des caractéristiques géologiques et des méthodes d'extraction et de traitement les plus probables. Les ressources *in situ* indiquées ont alors été multipliées par les facteurs de récupération propres à chacun des pays en vue de déterminer le montant total corrigé.
- (e) Aucune donnée sur les coûts n'ayant été fournie, les ressources notifiées ne sont pas prises en compte dans ce tableau.
- (f) Estimation établie par le Secrétariat.
- *Données tirées de la précédente édition du Livre rouge.
- **Données tirées de la précédente édition du Livre rouge, déduction faite de la production passée.

Tableau 3. Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I
(en milliers de tonnes d'U au 1^{er} janvier 2001)

PAYS	Tranches de coût				
	≤ 40 USD/kg d'U	40-80 USD/kg d'U	≤ 80 USD/kg d'U	80-130 USD/kg d'U	≤ 130 USD/kg d'U
Afrique du Sud	48,10	18,70	66,80	9,60	76,40
Allemagne (b)	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00
Argentine	2,03	0,35	2,38	6,18	8,56
Australie	185,00	11,00	196,00	37,00	233,00
Brésil (a) (b)	–	–	100,20	0,00	100,20
Bulgarie (a) (b) *	2,20	6,20	8,40	0,00	8,40
Canada	102,81	19,58	122,39	0,00	122,39
Chili (b) (e)	–	–	–	–	n.d.
Congo, Rép. démocratique du (a) (b) *	–	–	1,70	0,00	1,70
Danemark (b) *	–	–	0,00	16,00	16,00
Espagne	0,00	0,00	0,00	6,38	6,38
France (b)	0,00	0,00	0,00	11,74	11,74
Gabon *	1,00	–	1,00	–	1,00
Grèce *	–	–	6,00	0,00	6,00
Hongrie (a) (b)*	0,00	0,00	0,00	18,40	18,40
Inde (a) (e)	–	–	–	–	n.d.
Indonésie (a)	0,00	0,00	0,00	1,70	1,70
Iran, République islamique d' (a)	0,00	0,00	0,00	0,88	0,88
Italie (b) *	–	–	0,00	1,30	1,30
Kazakhstan (a) (b)	113,20	82,07	195,90	63,40	259,30
Mexique (a) (b) *	–	–	0,00	0,70	0,70
Mongolie (a) (b) *	11,00	10,00	21,00	0,00	21,00
Namibie (a)	70,55	20,27	90,82	16,70	107,51
Niger (a)	11,17	14,36	25,53	0,00	25,53
Ouzbékistan (a)	46,80	0,00	46,80	9,97	56,71
Pérou (a) *	–	–	1,86	0,00	1,86
Portugal	0,00	0,00	0,00	1,45	1,45
République tchèque	0,00	0,31	0,31	0,00	0,31
Roumanie	–	–	–	–	4,69
Russie, Fédération de (a) (f)	17,20	19,30	36,50	0,00	36,50
Slovénia (b)	–	–	5,00	5,00	10,00
Somalia	–	–	0,00	3,40	3,40
Suède	0,00	0,00	0,00	6,00	6,00
Thaïlande	–	–	–	–	0,01
Ukraine (a)	–	20,00	20,00	30,00	50,00
Viêt Nam (a) (b)	n.d.	n.d.	1,10	5,64	6,74
Total (c)	> 611,06	> 222,77	949,69	255,44	1 209,76
Total corrigé (d)	> 552,04	> 186,95	864,85	225,15	1 079,78

(a) Ressources *in situ*.

(b) Evaluation non réalisée au cours des cinq dernières années ou ne figurant pas dans les réponses en 2001.

(c) Les sous-totaux et les totaux correspondant aux tranches de coût inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U et compris entre 40 et 80 USD/kg d'U sont supérieurs aux chiffres indiqués dans les tableaux, car certains pays ne fournissent pas d'estimations de ressources principalement pour des raisons de confidentialité.

(d) Les ressources *in situ* (correspondant à la note « a ») ont été corrigées pour estimer la quantité de ressources récupérables à l'aide des facteurs de conversion fournis par les pays. Lorsque ces facteurs n'ont pas été communiqués, le Secrétariat les a estimés, compte tenu des caractéristiques géologiques et des méthodes d'extraction et de traitement les plus probables. Les ressources *in situ* indiquées ont alors été multipliées par les facteurs de récupération propres à chacun des pays en vue de déterminer le montant total corrigé.

(e) Aucune donnée sur les coûts n'ayant été fournie, les ressources notifiées ne sont pas prises en compte dans ce tableau.

(f) Estimation établie par le Secrétariat.

* Données tirées de la (ou des) précédente(s) édition(s) du Livre rouge.

– Aucune ressource indiquée.

n.d. Données non disponibles.

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

Le tableau 4 récapitule les principales variations intervenues entre 1999 et 2001 dans les ressources classiques connues. L'Australie, le Canada, l'Ouzbékistan et l'Ukraine ont tous enregistré une augmentation de leurs ressources dans les catégories indiquées au tableau 4, alors que le Niger et la République tchèque ont accusé de nettes réductions de leurs ressources. Les figures 3 et 4 montrent respectivement les répartitions des RRA et des RSE-I entre les pays dotés d'importantes ressources.

Les quantités de RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 USD/kg d'U (qui ont été corrigées pour tenir compte des pertes estimées en cours d'extraction et de traitement) ont diminué d'environ 111 000 t d'U, soit de l'ordre de 4 % par rapport à celles indiquées dans l'édition précédente. Dans l'ensemble, les augmentations de ressources qui ont été signalées n'ont pas suffi à compenser, au cours de la période considérée, les pertes découlant de la production en 1999 et en 2000 (environ 68 291 t d'U). Des remarques analogues s'appliquent aux RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U. À l'opposé, les RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U se sont accrues d'environ 618 000 t d'U, principalement du fait que l'Australie a notifié pour la première fois les ressources relevant de cette catégorie.

Tableau 4. **Principales variations intervenues dans les ressources classiques**
(en milliers de t d'U)

Pays	Catégorie de ressources	1999	2001	Variations	Explications
Australie	RRA ≤40 USD/kg d'U	0	654	+654	Jusqu'à présent, l'Australie n'avait pas notifié les ressources comprises dans cette catégorie
	RSE-I ≤40 USD/kg d'U	0	185	+185	Jusqu'à présent, l'Australie n'avait pas notifié les ressources comprises dans cette catégorie
	RRA <80 USD/kg d'U	607	667	+60	Réévaluation des gisements de Ranger, Jabiluka et Westmoreland
	RSE-I <80 USD/kg d'U	147	196	+49	Réévaluation des gisements de Ranger, Jabiluka et Westmoreland
	RRA ≤80-130 USD/kg d'U	109	30	-79	Réévaluation
	RSE-I ≤80-130 USD/kg d'U	47	37	-10	Réévaluation
Canada	RSE-I ≤40 USD/kg d'U	87,01	102,81	+15,80	Réévaluation des ressources de McArthur River
Niger	RRA ≤40 USD/kg d'U	43,59	10,91	-32,68	Réévaluation
Ouzbékistan	RRA ≤40 USD/kg d'U	65,62	90,08	+24,46	Réévaluation
	RSE-I ≤40 USD/kg d'U	39,85	46,80	+6,95	Réévaluation
République tchèque	RSE-I 80-130 USD/kg d'U	21,55	0	-21,55	Réévaluation des gisements d'Hamr et de Osecna-Kotel
Ukraine	RRA ≤40 USD/kg d'U	0	19,25	+19,25	Résultats de la prospection dans les gisements de Vatutinskoye et de Michurinskoye

Les quantités de RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 USD/kg d'U ont augmenté d'environ 90 000 t d'U, près de 65 % de cette augmentation étant imputables à l'Australie et au Canada. Les RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U ont accusé une hausse d'environ 137 000 t d'U, qui est due, dans une proportion de 75 %, à l'Australie, au Canada, au Niger et à la Russie. Dans la tranche de coût inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U, les RSE-I se sont accrues d'environ 214 000 t d'U, l'Australie, qui a notifié pour la première fois les ressources relevant de cette catégorie, contribuant pour près de 85 % à cette progression.

Disponibilité des ressources

En vue d'estimer la disponibilité des ressources en vue de la production à court terme, les pays avaient été invités à indiquer le pourcentage des RCC (RRA et RSE-I) récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U et à 80 USD/kg d'U, qui est tributaire des centres de production existants et commandés. Sur 21 pays producteurs au total, onze ont présenté des estimations. Les autres se sont abstenus de le faire essentiellement pour des raisons de confidentialité. Les ressources tributaires des centres de production existants et commandés dans les onze pays ayant fourni des données représentent au total 1 525 590 t d'U pour la tranche de coût inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U et 1 931 400 t d'U pour la tranche de coût inférieur ou égal à 80 USD/kg d'U.

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 RSE-II et les RS sont, dans leur quasi totalité, indiquées en tant que ressources *in situ*. Les quantités correspondant à ces deux catégories de ressources classiques non découvertes figurent dans le tableau 5. Quelques pays, notamment l'Australie, n'ont pas fait mention des ressources classiques non découvertes dans leur contribution à l'édition de 2001 du Livre rouge, certains d'entre eux indiquant qu'ils ne procèdent pas à une évaluation systématique de ce type de ressources, encore que des pays comme l'Australie soient considérés comme ayant un important potentiel de ressources dans des zones peu explorées.

En raison du faible nombre de pays ayant mentionné des RSE-II récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U, cette catégorie n'est pas prise en compte 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. D'après les estimations, les quantités totales de RSE-II s'élèvent à environ 2,3 millions de t d'U récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 USD/kg d'U et à environ 1,5 million de t d'U récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U.

Il convient de noter que les États-Unis ne dissocient pas les RSE-I des RSE-II. En lieu et place, toutes les RSE indiquées par les États-Unis sont classées dans les RSE-II, bien qu'un certain pourcentage, que l'on ignore, relève des RSE-I.

Les informations relatives aux quantités de RS dans le monde sont incomplètes, seuls 28 pays notifiant ce type de ressources, contre 43 pays dans le cas des RRA. Le montant total estimé pour les pays ayant communiqué des informations sur les RS récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à

130 USD/kg d'U est de l'ordre de 4,44 millions de t d'U et demeure, pour l'essentiel, inchangé par rapport au chiffre total pour 1999. Près de 5,50 millions de t d'U ont été notifiés au titre des RS supplémentaires sans que leur coût de production ait été estimé, ce qui porte à environ 9,94 millions de t d'U la quantité totale de RS indiquée.

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

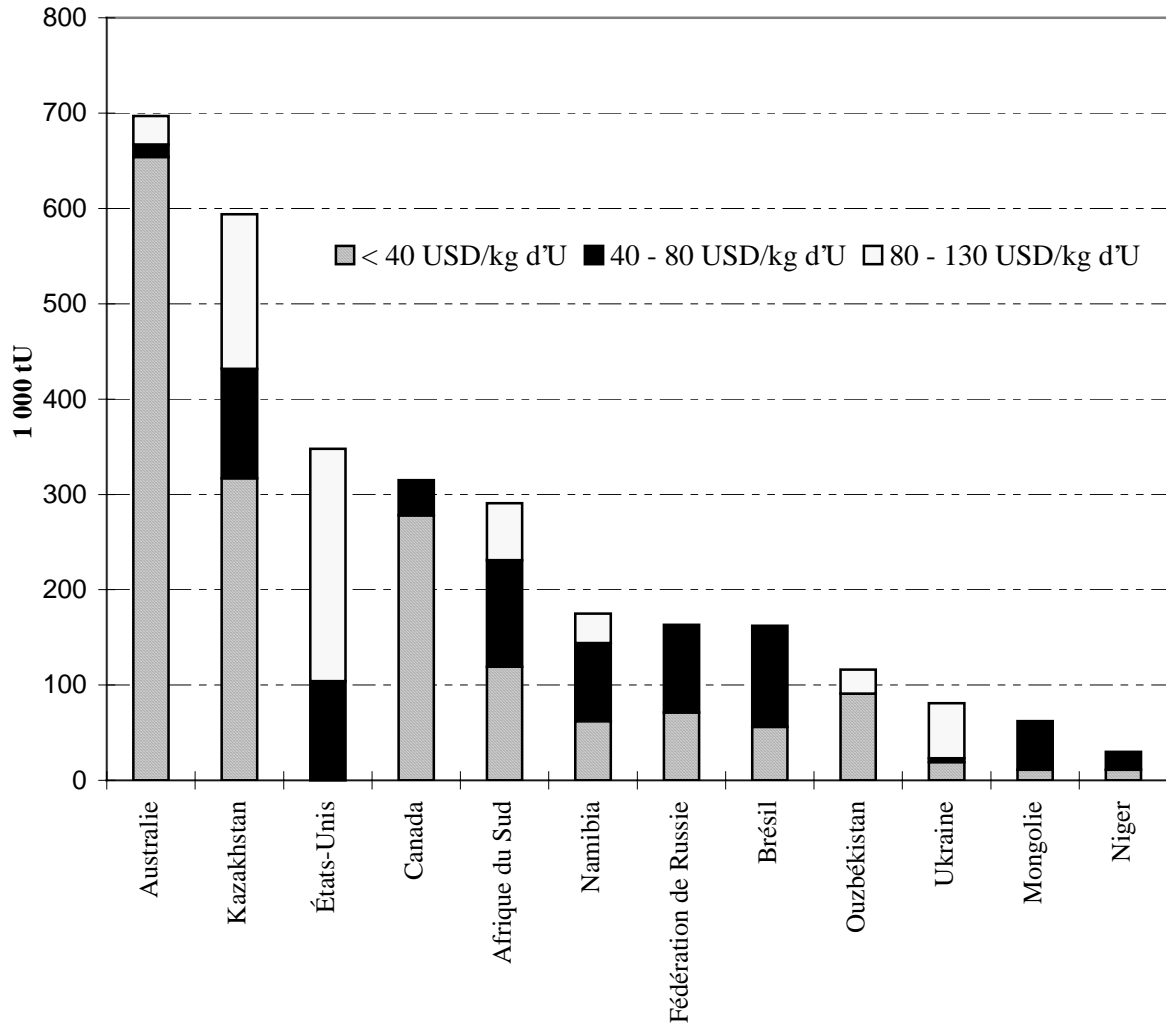
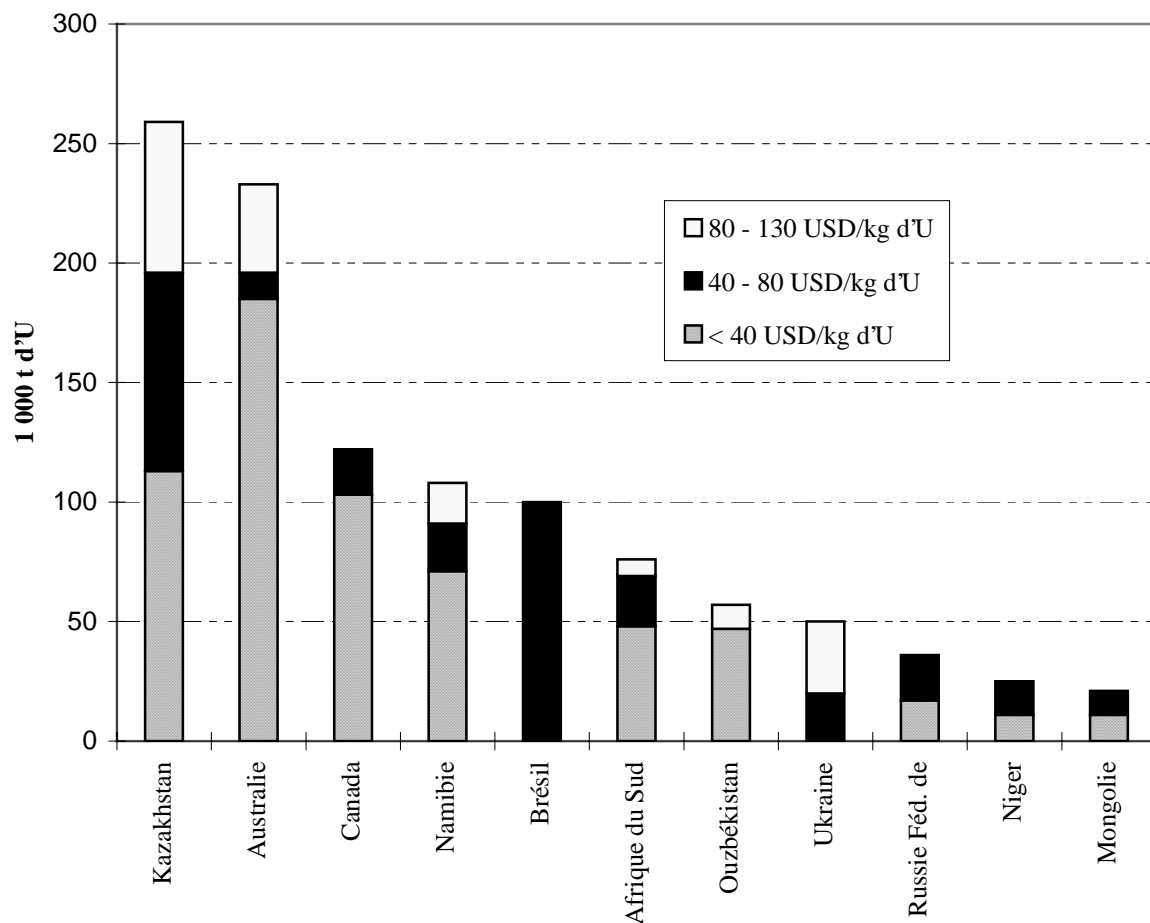


Figure 4. Répartition des Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I (RSE-I) entre les pays détenteurs de la plus grande partie des RSE-I



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.

Ressources en uranium et durabilité

Compte tenu de l'importance des ressources en uranium présumées exister dans le monde, leur exploitation efficace grâce à l'utilisation de stratégies du cycle du combustible efficaces et de technologies avancées devrait permettre un approvisionnement adéquat de l'industrie nucléaire pour de nombreuses générations futures.

Tableau 5. Ressources classiques non découvertes notifiées au 1^{er} janvier 2001*
(en milliers de t d'U)

PAYS	Ressources Supplémentaires Estimées Catégorie II		Ressources Spéculatives		
	Tranches de coût		Tranches de coût		
	< 80 USD/kg d'U	< 130 USD/kg d'U	< 130 USD/kg d'U	Tranche de coût indéterminée	Total
Afrique du Sud (a)	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	0	16
Canada	50	150	700	0	700
Chili (c)	n.d.	n.d.	n.d.	2	2
Chine (a)	n.d.	n.d.	n.d.	1 770	1 770
Colombie (a)	n.d.	11	217	n.d.	217
Danemark	n.d.	n.d.	50	10	60
États-Unis (d)	839	1 273	858	482	1 340
Gabon (a)	2	2	0	0	0
Grèce (a)	6	6	0	0	0
Guatemala	n.d.	18	n.d.	n.d.	0
Hongrie (a)	0	18	0	0	0
Inde (a) (c)	n.d.	n.d.	0	17	17
Indonésie	0	0	0	4	4
Iran, Rép. islamique d'	0	4	4	5	9
Italie (a)	n.d.	n.d.	n.d.	10	10
Kazakhstan	290	310	500	0	500
Mexique (a)	n.d.	3	n.d.	10	10
Mongolie (a)	0	0	1 390	n.d.	1 390
Niger	16	16	0	200	200
Ouzbékistan	56	85	0	145	145
Pérou (a)	7	20	20	6	26
Portugal	0	2	5	0	5
République tchèque	1	1	0	179	179
Roumanie	n.d.	3	3	0	3
Russie, Fédération de	56	105	550	450	1 000
Slovénie	0	1	n.d.	n.d.	n.d.
Ukraine	0	4	0	231	231
Venezuela (a)	n.d.	n.d.	0	163	163
Viêt Nam	0	7	100	130	230
Zambie (a)	0	22	0	0	0
Zimbabwe (a)	0	0	25	0	25
Total**	1 480	2 332	4 438	5 501	9 939

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

** Les totaux sont indiqués par les pays. Ils 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.

n.d. Données non disponibles.

(a) Données tirées de la précédente édition du Livre rouge. (b) Ressources exploitables.

(c) Aucune donnée sur les coûts n'ayant été fournie, les ressources notifiées dans la catégorie des RSE-II ne sont pas prises en compte dans le présent tableau.

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

L'uranium est largement réparti dans la croûte terrestre et les océans. Ainsi qu'il 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 en uranium (connues et non découvertes) avoisinent 16,2 millions de tonnes au total et représentent, au rythme d'utilisation actuel (environ 64 000 t d'U/an), près de 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 comme sous-produit d'importance secondaire. Les ressources non classiques comprennent de l'ordre de 22 millions de tonnes présentes dans des gisements de phosphates et jusqu'à 4 milliards de tonnes renfermés dans l'eau de mer. Cependant, sur la base de la technologie actuelle, les coûts de récupération des ressources non classiques sont très élevés. Par exemple, d'après les recherches effectuées au Japon, le coût requis pour extraire l'uranium de l'eau de mer est évalué à 300 USD/kg d'U, ce qui représente de l'ordre de 10 à 15 fois le prix de l'uranium naturel sur le marché spot à la fin de 2000.

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 du combustible de nature à réduire la consommation d'uranium par kWh consistent, d'une part, à abaisser la teneur de rejet des usines d'enrichissement (et, partant, à extraire de l'uranium naturel une plus grande quantité de ^{235}U mais moyennant des coûts plus élevés de l'énergie) et, de l'autre, à recycler l'uranium et le plutonium récupérés lors du traitement du combustible irradié (ce qui revient à réduire les besoins en uranium naturel neuf). En traitant 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 (s'agissant, par exemple, des 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 aux réacteurs thermiques. On pourrait mettre au point, à l'avenir, d'autres technologies avancées qui seraient aptes à prolonger de plusieurs siècles la durée de vie utile des ressources classiques en uranium, et notamment d'autres nouvelles filières de réacteurs. Bien que, d'ores et déjà, certaines technologies soient virtuellement à même de prolonger la durée de vie utile des ressources mondiales en uranium, les incidences totales qu'elles auront sur les besoins en uranium demeurent très incertaines. Il est donc indispensable de déterminer, en fonction de la technologie actuelle ou connue, si les ressources mondiales connues et spéculatives suffisent à couvrir les besoins. Un rapport intitulé *Analysis of Uranium Supply to 2050* (Analyse de l'offre d'uranium jusqu'en 2050), qui a été publié par l'AIEA en 2001, étudie dans quelle mesure les différentes catégories de ressources permettent de répondre aux besoins ; on en trouvera un résumé dans la section relative à l'analyse de la demande.

B. PROSPECTION DE L'URANIUM

Les activités mondiales de prospection de l'uranium demeurent inégalement réparties d'un point de vue géographique, la majorité des dépenses de prospection étant concentrées dans des zones présumées les plus susceptibles de donner lieu à la découverte de gisements présentant un intérêt économique. Pendant plus de dix ans, les dépenses nationales de prospection n'ont cessé de se ralentir pour tomber, en 1994, à environ 70 millions d'USD. Comme il ressort du tableau 6, la tendance à la baisse des dépenses de prospection s'est interrompue de 1995 à la fin de 1997. En 1997, 25 pays au total ont fait état de dépenses nationales de prospection d'un montant approximatif de 153 millions d'USD, soit de près de 38 % supérieur à celui enregistré l'année précédente. Cependant, en 1998, les dépenses de prospection ont recommencé à s'inscrire en baisse, seuls 22 pays ayant mentionné des

activités de prospection sur leur territoire national, dont le coût s'établissait à environ 132 millions d'USD. Cette baisse s'est poursuivie jusqu'en 2000, le montant total des dépenses tombant alors à environ 83 millions d'USD.

En 2000, les dépenses de prospection sur le territoire national se sont élevées à environ 83,29 millions d'USD au total, ce qui correspond à une réduction de l'ordre de 48,36 millions d'USD ou de 37 % par rapport au chiffre total pour 1998. Six pays, à savoir l'Australie, le Canada, les États-Unis, l'Inde, l'Ouzbékistan et la Fédération de Russie, représentaient 94 % des dépenses nationales de prospection en 2000. Cependant, tous ces pays, à l'exception de l'Inde, ont signalé des baisses dans leurs dépenses nationales de prospection par rapport aux montants totaux enregistrés en 1998. Il importe également de noter que, dans le cas de l'Ouzbékistan, près de 70 % de la totalité des dépenses, soit 10,08 millions d'USD, ont été affectés à des travaux d'aménagement. L'Iran et l'Ukraine ont été les seuls pays, en dehors de l'Inde, à rendre compte de hausses dans les dépenses nationales de prospection entre 1998 et 2000 (voir tableau 6).

La Chine n'a pas donné d'informations sur ses dépenses de prospection, bien qu'elle déclare mener un programme dynamique de prospection. Le Canada a été le seul pays à faire état de dépenses de prospection engagées à l'étranger en 2000 (voir tableau 7).

La figure 5 illustre l'évolution des dépenses de prospection dans certains pays sur leur territoire national et à l'étranger. Ainsi qu'il est indiqué dans la figure 5 et dans les tableaux 6 et 7, la baisse des dépenses de prospection devrait se poursuivre en 2001. Les dépenses de prospection sur le territoire national devraient tomber à environ 52 millions d'USD en 2001 et ne représenter que de l'ordre de 62 % du montant total pour 2000, se situant ainsi à 26 % environ en dessous du précédent chiffre le plus bas enregistré en 1994. De même, les dépenses de prospection engagées à l'étranger devraient fortement diminuer pour s'établir à 3 millions d'USD seulement et être donc en recul de 83 % par rapport au niveau de 1998.

Activités en cours et événements récents

Amérique du Nord. Le **Canada** a continué à occuper la première place au monde pour les dépenses de prospection sur son territoire national, le montant annuel de ces dépenses ayant été, en 1999 et en 2000, respectivement de l'ordre de 33 millions et de 30,7 millions d'USD. Près de 65 % du montant total des dépenses du Canada sont imputables à des projets en attente d'autorisation de mise en production. En ce qui concerne les activités de prospection de base, ce pays a dépensé de l'ordre de 12 millions d'USD par an, qui ont été affectés pour nettement plus de 90 % à la Saskatchewan. En 2001, les dépenses de prospection du Canada devraient diminuer d'environ 51 % par rapport à leur niveau de 2000.

Aux **États-Unis**, les dépenses de prospection se sont élevées, en 1999, à environ 8,97 millions d'USD au total, ce qui représente une baisse de l'ordre de 60 % par rapport aux dépenses pour 1998. Des données préliminaires laissent penser que cette tendance a persisté, les dépenses pour 2000 n'atteignant au total que 75 % environ du niveau de 1999. Sur le montant total des dépenses pour 1999, près de 7,89 millions d'USD ont été consacrés à des sondages superficiels et près d'un million d'USD a été affecté à d'autres activités de prospection.

Amérique centrale et du Sud. En 2000, les activités de prospection sont demeurées pratiquement au point mort en Amérique centrale et du Sud, aucun des pays de la région n'ayant signalé de dépenses de prospection. L'**Argentine** a fait savoir qu'elle menait un programme limité de sondages de prospection portant sur 15 forages et une superficie de 1 438 mètres, mais elle n'a pas fourni de données de coût relatives à ce programme.

Europe occidentale et Scandinavie. Dans cette région, le ralentissement des activités de prospection s'est poursuivi, aucun pays n'ayant fait état de dépenses de prospection en 2000, alors que celles-ci s'étaient élevées à environ 1,15 million d'USD en 1998.

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 dans les régions favorables mais une tendance à la baisse a été observée à la fois dans les dépenses et dans l'ampleur des forages. La **Fédération de Russie** a concentré ses activités de prospection sur des gisements renfermés dans des grès qui se prêtent à une exploitation par lixiviation *in situ* (LIS) et sur des gisements liés à des discordances. Des programmes de sondage à grande échelle se sont poursuivis dans les districts du Trans-Oural, de Sibérie occidentale et dans le district du Vitim. La **Turquie**, qui avait fait état d'un montant d'environ 1,2 million d'USD en 1998, n'a signalé aucune dépense de prospection en 2000. L'**Ukraine** a poursuivi ses activités de prospection à l'intérieur et sur les pentes du bouclier ukrainien. En 2000, les dépenses de prospection se sont élevées à environ 2,1 millions d'USD au total, contre environ 1,9 million d'USD en 1998 et 1,6 million d'USD en 1999.

Afrique. Le **Niger** a été le seul pays d'Afrique à mentionner des dépenses de prospection en 1999 et 2000. Les dépenses se sont élevées au total à environ 471 000 USD en 1999 et 604 000 USD en 2000. L'**Egypte**, qui avait fait état d'un montant atteignant près de 8 millions d'USD en 1998, n'a pas présenté d'informations en vue de la présente édition.

Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale. L'**Inde** mène d'importants programmes dans plusieurs provinces. De 28 à 32 km ont été sondés tant en 1999 qu'en 2000, contre 30 km en 1998. Les dépenses de prospection ont représenté de l'ordre de 12,1 millions d'USD en 1999 et de 14,4 millions en 2000. Les activités de prospection de l'Inde ont été axées sur des bassins datant du Protérozoïque, des grès du Crétacé et divers autres milieux géologiques. En raison de la large base de ressources dont dispose le **Kazakhstan**, les travaux de forage de reconnaissance ont été interrompus dans ce pays. En **Ouzbékistan**, les activités de prospection ont surtout consisté à sonder des gisements connus et à délimiter de nouvelles ressources. En 1999 et en 2000, les dépenses de prospection ont représenté respectivement environ 5,7 millions d'USD et 4,1 millions d'USD. En outre, il a été fait état en 1999 et en 2000 de dépenses d'aménagement s'élevant respectivement à 13,7 millions d'USD et à 10,1 millions d'USD. Au total, 2 964 forages de prospection et d'aménagement ont été réalisés en 1999, cependant que 3 153 forages l'ont été en 2000.

Asie du Sud-Est. En **Indonésie**, aux **Philippines** et au **Viêt 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 des dépenses annuelles d'environ 6,3 millions d'USD en 1999 et 4,4 millions d'USD en 2000. Ces montants sont à rapprocher des dépenses de prospection qui, en 1998, s'élevaient à environ 12 millions d'USD au total. Il a été fait état, pour 1999 et pour 2000, de programmes annuels de sondage portant respectivement sur 33 km et 19 km, contre 78 km en 1998. Les activités de prospection sont toujours axées sur des gisements liés à des discordances dans la Terre d'Arnhem (Territoire du Nord) et dans la province de Paterson (Australie occidentale), ainsi que sur des gisements renfermés dans des grès et sur des gîtes de calcrète 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 de Xinjiang et de la Mongolie Intérieure, ainsi que dans le nord de la Chine. Le **Japon** n'a pas de programme national de prospection. Des participations minières précédemment détenues par le gouvernement du Japon en

dehors de ce pays sont actuellement transférées au secteur privé. Les activités de prospection se poursuivent en **Mongolie**, encore qu'aucun détail n'ait été communiqué à ce sujet. La **République de Corée** n'a pas de programme national de prospection et a vendu ses participations dans des co-entreprises au Canada et aux États-Unis.

Tableau 6. Dépenses de prospection de l'uranium sur le territoire national engagées par les secteurs privé et public dans les pays indiqués – en milliers d'USD au cours de l'année considérée

PAYS	Avant 1994	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Prévisions 2001
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	47 804	700	950	0	0	0	n.d.	n.d.	n.d.
Australie	439 521	4 904	5 942	11 841	18 038	12 030	6 260	4 390	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	513
Canada	1 014 732	26 087	32 353	28 467	42 029	41 096	33 000	30 667	15 000
Chili	8 222	94	218	143	154	196	178	154	n.d.
Colombie	23 935	0	0	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Corée, République de	4 670	0	0	0	0	0	0	0	0
Costa Rica	361	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cuba	466	228	142	86	50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Danemark	4 350	0	0	0	0	0	0	0	0
Egypte	39 680	3 245	3 264	6 528	7 418	7 976	n.d.	n.d.	n.d.
Equateur	2 055	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Espagne	138 814	891	0	1 388	0	10	0	0	0
États-Unis	2 657 800	4 329	6 009	10 054	30 426	21 724	8 968	6 694	n.d.
Finlande	14 777	0	0	0	0	0	0	0	0
France	886 899	6 217	2 882	7 960	1 742	1 040	0	0	0
Gabon	89 111	1 050	939	1 338	343	0	0	0	0
Ghana	90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Grèce	16 660	154	148	273	290	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Guatemala	610	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hongrie	3 700	0	0	0	0	0	0	0	0
Inde	197 286	9 363	9 536	9 250	11 183	12 812	12 090	14 368	13 098
Indonésie	12 851	648	574	695	632	114	217	61	82
Iran, Rép. islamique d'	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	857	1 000	1 700	4 500
Irlande	6 800	0	0	0	0	0	0	n.d.	n.d.
Italie	75 060	n.d.	n.d.	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.	n.d.	n.d.
Japon	8 640	0	0	0	0	0	0	0	0
Jordanie	482	10	30	100	100	150	n.d.	n.d.	n.d.

Tableau 6. Dépenses de prospection de l'uranium sur le territoire national engagées par les secteurs privé et public dans les pays indiqués – en milliers d'USD au cours de l'année considérée (suite)

PAYS	Avant 1994	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Prévisions 2001
Kazakhstan	5 025	1 290	113	242	160	0	0	0	0
Lesotho	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Madagascar	5 243	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Malaisie	9 237	399	163	0	245	188	186	66	32
Mali	51 637	n.d.	n.d.	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.	n.d.	n.d.
Mexique	24 910	0	0	0	0	0	0	0	0
Mongolie	108	700	1 650	2 560	3 135	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Namibie	15 886	0	2 044	0	0	0	0	0	0
Niger	200 674	1 481	1 665	427	1 653	754	471	604	897
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	0	0
Ouzbékistan*	n.d.	472	6 197	22 067	21 954	19 652	19 392	14 152	6 850
Paraguay	25 510	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pérou	4 179	4	0	0	0	0	0	n.d.	n.d.
Philippines	3 387	30	30	19	19	13	11	5	4
Portugal	17 014	106	130	114	154	102	18	19	0
Rép. Centrafricaine	20 000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
République tchèque	579	468	282	201	163	90	64	44	50
Roumanie	n.d.	2 998	2 448	1 776	1 198	934	549	157	348
Royaume-Uni	2 600	0	0	0	0	0	0	0	0
Russie, Fédération de	12 538	4 197	5 581	4 281	10 052	8 650	6 870	7 990	8 010
Somalie	1 000	n.d.	n.d.	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.	n.d.	n.d.
Suède	46 870	0	0	0	0	0	0	0	0
Suisse	3 868	0	0	0	0	0	0	0	0
Syrie	1 068	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tchécoslovaquie	312 560	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Thaïlande	10 686	116	119	0	0	0	0	n.d.	n.d.
Turquie	20 581	0	0	0	200	1 200	0	0	0
Ukraine	n.d.	n.d.	n.d.	1 376	1 611	1 940	1 606	2 107	2 482
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	1 391	137	161	208	227	120	120	110	110
Yougoslavie	1 006	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zambie	170	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zimbabwe	6 902	0	0	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL (a)	7 216 546	70 322	83 570	111 394	153 176	131 648	91 000	83 288	51 976

(a) Des seules données disponibles.

n.d. Données non disponibles.

xxxx Entité nationale n'existant plus ou redéfinie au plan politique.

* Y compris les dépenses de maintenance depuis 1996.

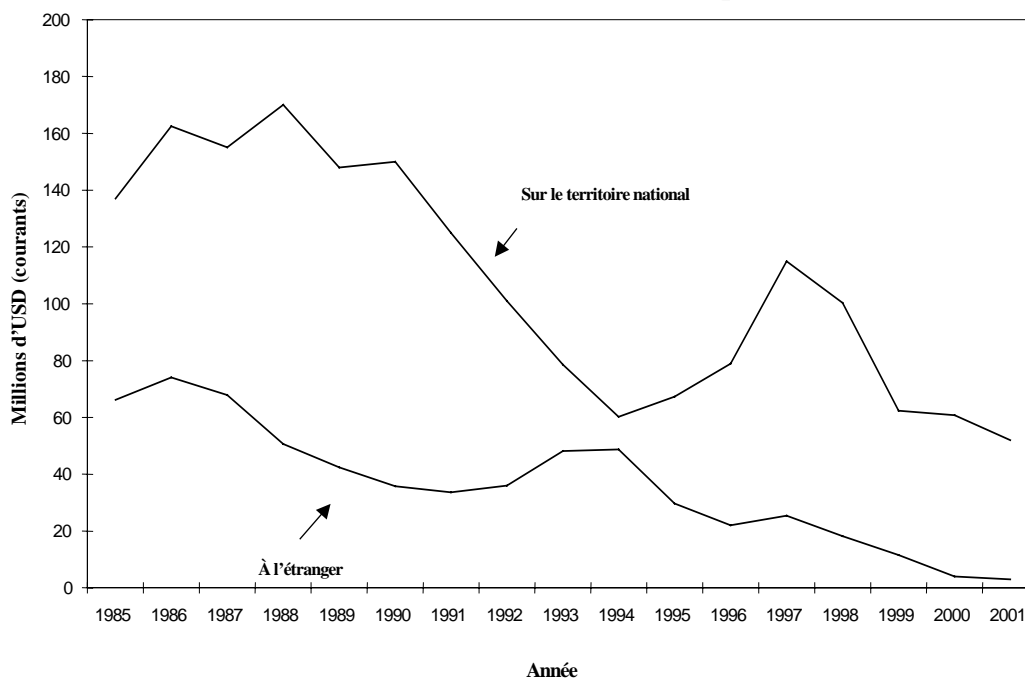
Tableau 7. Dépenses de prospection de l'uranium engagées à l'étranger par les différents pays indiqués – en milliers d'USD au cours de l'année considérée

PAYS	Avant 1994	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Prévisions 2001
Allemagne	390 424	2 646	2 951	3 137	4 000	n.d.	n.d.	0	0
Belgique	4 500	0	0	0	0	0	0	0	0
Canada	–	1 449	1 471	3 650	3 986	3 000	3 000	4 000	3 000
Corée, Rép. de	22 137	175	178	511	603	445	n.d.	n.d.	n.d.
Espagne	20 400	0	0	0	0	0	0	0	0
États-Unis	228 770	n.d.	n.d.	422	3 050	3 616	n.d.	n.d.	n.d.
France	634 722	30 959	10 245	6 808	8 972	8 777	7 120	n.d.	n.d.
Japon	353 621	12 923	14 771	7 533	4 752	2 280	1 390	n.d.	n.d.
Royaume-Uni	61 263	0	0	0	0	0	0	0	0
Suisse	29 030	627	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1 744 867	48 779	29 616	22 061	25 363	18 118	11 510	4 000	3 000

– Aucune dépense notifiée.

n.d. Données non disponibles.

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



* Les données pour 2001 représentent des valeurs prévues.

C. PRODUCTION D'URANIUM

La production mondiale d'uranium a baissé de près de 8 % entre 1998 et 1999, passant de 34 886 t d'U à 32 179 t d'U, puis elle a augmenté de plus de 12 % pour s'établir à 36 112 t d'U en 2000. Dans les pays Membres de l'OCDE, la production a diminué de 1998 à 1999, passant de 19 017 t d'U à 17 303 t d'U, mais elle est remontée à 20 894 t d'U en 2000. On trouvera, dans le tableau 8, les chiffres de la production dans certains pays ainsi qu'une explication des principales variations intervenues entre 1998 et 2000. Le tableau 9 et les figures 6 et 7 illustrent l'évolution de la production d'uranium dans les différents pays.

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

Pays	Production (t d'U)		Explication des variations intervenues dans la production depuis 1998
	1998	2000	
Argentine	7	0	Le centre de production de San Rafael/Sierra Pintata a été mis en réserve en 1998.
Australie	4 894	7 579	En 2000, la production a augmenté de 329 t d'U au centre de Ranger et de 2 366 t d'U au centre d'Olympic Dam, la capacité de ce dernier ayant été portée de 1 500 à 3 885 t d'U/an.
Belgique	15	0	Le circuit de récupération de l'uranium rattaché à l'usine de traitement des phosphates de la société Prayon-Rupel Technologies a été fermé en 1999.
Brésil	0	80	Le centre de production de Lagoa Real est entré en service en 1999.
Canada	10 922	10 683	Les mines de McArthur River et de McClean Lake sont entrées en service en 1999. La production à partir de ces installations n'a pas permis de compenser la baisse de la production provenant des mines de Key Lake et de Rabbit Lake.
États-Unis	1 810	1 522	La production a diminué par suite de la mise en réserve de deux installations de lixiviation <i>in situ</i> et de la mise hors service des circuits de récupération de l'uranium comme sous-produit dans deux usines de traitement des phosphates. Deux usines classiques de traitement du minerai d'uranium qui ont fonctionné pendant la période 1998-1999 ont aussi été mises en réserve.
Gabon	725	0	La production d'uranium a cessé en 1999. Le déclassement de l'usine de traitement de Mounana est presque achevé.
Kazakhstan	1 270	1 870	La production a augmenté car les possibilités de vente se sont améliorées.
Niger	3 714	2 911	La production a diminué à Arlit et Akouta.

État actuel de la production d'uranium

En **Amérique du Nord**, la production d'uranium s'est infléchiée d'environ 4 % de 1998 à 2000 mais cette région a continué à représenter de l'ordre de 34 % de la production mondiale totale en 2000. Le **Canada** est demeuré le premier producteur mondial. Depuis 1997, toute la production provient des mines situées dans la Saskatchewan, par suite de la fermeture de la mine Stanleigh dans l'Ontario en 1996. Aux **États-Unis**, quatre installations de lixiviation *in situ* assuraient près de 75 % de la production, tandis que le reste provenait d'autres sources, notamment les activités d'exploitation en souterrain et le traitement des eaux d'exhaure.

En 1999, l'**Argentine** était le seul pays producteur d'**Amérique du Sud** mais, en 2000, il n'a fait état d'aucune production, l'usine de Sierra Pintada ayant été mise en réserve. Le **Brésil** a redémarré la production d'uranium en 2000 avec l'ouverture du complexe classique mine/usine de traitement de Lagoa Real.

La production a régressé en **Europe occidentale**, passant de 771 t d'U en 1998 à 593 t d'U en 2000 et représentant environ 1,6 % de la production mondiale totale. La **France** a produit en 1999 et en 2000 respectivement 416 t d'U et 296 t d'U, ses activités de production devant s'achever au début de 2001. La production de l'**Espagne** s'est maintenue à 255 t d'U en 2000 mais a, pour l'essentiel, cessé en 2001. Le reste de l'uranium produit dans les pays d'Europe occidentale provenait soit des opérations d'assainissement (**Allemagne**), soit de petites exploitations à ciel ouvert (**Portugal**).

En **Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est**, la production d'uranium n'a pratiquement pas varié, puisqu'elle s'élevait en 1998, en 1999 et en 2000 respectivement à 4 282, 4 321 et 4 363 t d'U au total. Cette région a représenté près de 12 % de la production mondiale en 2000. La **République tchèque** a fait état d'une production de 612 t d'U en 1999 et de 507 t d'U en 2000. En **Hongrie**, la production annuelle s'élevait à environ 10 t d'U après la fermeture de la mine de Mecsek. La **Roumanie** a fait état d'une production de 89 t d'U en 1999 et de 86 t d'U en 2000. Quant à la production de la **Fédération de Russie**, elle a régulièrement progressé, passant de 2 530 t d'U en 1998 à environ 2 610 t d'U et 2 760 t d'U, respectivement en 1999 et en 2000. Cette production provient dans sa majeure partie de la mine de Krasnokamensk, l'installation de lixiviation *in situ* de Dalmatovskoe dans le district du Trans-Oural ayant également produit de 50 à 150 t d'U. L'**Ukraine** a fait état d'une production annuelle de 1 000 t d'U en 1999 et en 2000.

La production d'uranium de trois pays d'**Afrique**, à savoir l'Afrique du Sud, la Namibie et le Niger, a représenté 18 % environ de la production mondiale en 2000. En Afrique, la production s'est régulièrement infléchiée, passant de 8 184 t d'U en 1998 à 6 524 t d'U et 6 464 t d'U, respectivement en 1999 et en 2000. La production du **Niger** a diminué, passant de 3 714 t d'U en 1998 à 2 911 t d'U en 2000. L'**Afrique du Sud** a accusé une baisse analogue, sa production étant ramenée de 965 t d'U en 1998 à 838 t d'U en 2000. La production de la **Namibie** est demeurée stable, s'établissant à environ 2 780 t d'U et 2 715 t d'U, respectivement en 1998 et en 2000. En Afrique du Sud, l'avenir de la production d'uranium dépend du prix de l'or. La Namibie et le Niger pourraient soit maintenir leur production aux niveaux actuels, soit l'augmenter si les conditions sur le marché le permettent. Le **Gabon**, pays producteur de longue date, a cessé de produire de l'uranium en 1999 et a entrepris le déclassement des usines de traitement.

Au **Moyen-Orient et en Asie centrale et méridionale**, la production s'est régulièrement accrue entre 1998 et 2000. La production en provenance de cette région représentait au total 4 128 t d'U en 2000, soit environ 11 % de la production mondiale totale, contre 3 426 t d'U en 1998. Cette progression s'explique en grande partie par une augmentation de la production au **Kazakhstan**, laquelle est passée de 1 270 t d'U en 1998 à 1 870 t d'U en 2000. La production de l'**Ouzbékistan**

s'est également accrue pendant la même période, passant de 1 926 t d'U en 1998 à 2 028 t d'U en 2000. L'**Inde** et le **Pakistan** ne communiquent pas d'informations sur leur production. On estime qu'en 2000 ces deux pays ont continué à produire respectivement environ 207 t d'U et 23 t d'U, comme ils l'avaient fait en 1998.

L'**Australie** est le seul pays producteur de la zone du **Pacifique**. Sa production a régulièrement progressé, passant de 4 894 t d'U en 1998 à 5 984 t d'U en 1999 et à 7 579 t d'U en 2000. L'accroissement de la production dans les exploitations de Ranger et d'Olympic Dam a contribué à l'augmentation globale de la production.

En **Asie de l'Est**, la **Chine**, qui est le seul pays producteur de la région, ne communique pas de chiffres officiels sur la production. Sa production est estimée, aussi bien pour 1999 que pour 2000, à 700 t d'U.

Le tableau 10 montre la structure de la propriété de la production mondiale d'uranium en 2000 dans 21 pays producteurs. Les compagnies minières nationales contrôlaient approximativement 62 % de la production de 2000, contre 74 % environ de la production de 1998. Les compagnies minières nationales relevant du secteur public et du secteur privé détenaient à peu près la même quantité de parts dans la fraction de la production de 2000 qui était sous contrôle national. La proportion restante, soit environ 40 % de la production de 2000, était contrôlée, à raison de 17 %, par des compagnies du secteur public et, à raison de 21 %, par des compagnies privées.

Le tableau 11 présente l'évolution des effectifs des centres de production d'uranium existants dans les pays ayant répondu au questionnaire. Bien que les données soient incomplètes, elles font apparaître une diminution régulière des effectifs affectés à la production d'uranium au cours d'une période où la production annuelle mondiale se maintenait à un niveau relativement stable. La diminution de plus de 26 % des effectifs entre 1994 et 2000 reflète l'augmentation du rendement dans ce secteur, face à l'intensification de la concurrence au sein même du secteur et venant des sources d'approvisionnement secondaires.

Techniques de production

Pour produire de l'uranium, on a recours à l'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert ou souterraines et au traitement du minerai, ainsi qu'à d'autres techniques, y compris la lixiviation *in situ* (LIS), la récupération de l'uranium comme co-produit ou sous-produit de l'extraction du cuivre, de l'or et des phosphates et la lixiviation en tas/en place.

Dans le passé, la production par des techniques « classique ». impliquait l'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert ou souterraines, suivie par le traitement du minerai dans une usine de traitement de l'uranium de type classique. Cependant, au cours des deux dernières décennies, l'exploitation par LIS, qui utilise des solutions soit acides soit alcalines pour extraire l'uranium, a pris de plus en plus d'importance et elle est désormais considérée comme une méthode minière « classique ». Les solutions sont injectées dans la zone minéralisée et récupérées par des puits forcés à partir de la surface. À l'heure actuelle, la technologie de la LIS n'est utilisée que pour extraire l'uranium de gisements renfermés dans des grès. Le tableau 12 montre la répartition de la production en fonction de la technologie employée ou des sources de matières pendant la période allant de 1998 à 2000. La rubrique « Autres » couvre la récupération de l'uranium comme sous-produit ou co-produit de l'extraction de l'or, du cuivre et des phosphates, la lixiviation en place/en gradins, la lixiviation en tas et le traitement des eaux d'exhaure dans le cadre du réaménagement et du déclassement. Par lixiviation en place/en gradins, 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 au moyen d'une technique d'exploitation classique et acheminé jusqu'à l'installation de lixiviation située en surface.

Tableau 9. Évolution de la production d'uranium
(en t d'U)

PAYS	Avant 1998	1998	1999	2000	Total à la fin 2000	Prévisions 2001
Afrique du Sud	150 607	965	927	838	153 337	1 160
Allemagne	5 375	30	29	28	5 462	20
Argentine	2498	7	4	0	2509	0
Australie	72 700	4 894	5 984	7 579	91 157	7 700
Belgique	671	15	0	0	686	0
Brésil	1 030	0	0	80	1 110	250
Bulgarie	16 720	0	0	0	16 720	0
Canada	310 704	10 922	8 214	10 683	340 523	11 250
Chine*	5 445 (a)	590	700	700	7 435 (a)	700
Congo, Rép. démocratique du	25 600	0	0	0	25 600	0
Espagne	4 196	255	255	255	4 961	30
États-Unis	348 691	1 810	1 773	1 522 (c)	353 796	1077 (c)
Finlande	30	0	0	0	30	0
France	72 500	452	416	296	73 664	120
Gabon	27 147	725	0	0	27 872	0
Hongrie	21 000	10	10	10	21 030	10
Inde*	6 652	207	207	207	7 273	207
Japon	84	0	0	0	84	0
Kazakhstan	83 672	1 270	1 560	1 870	88 372	2 250
Mexique	49	0	0	0	49	0
Mongolie	535	0	0	0	535	0
Namibie	63 942	2 780	2 690	2 715	72 127	2 702
Niger	72 321	3 714	2 907	2 911	81 853	2 910
Ouzbékistan	89 645	1 926	2 159	2 028	95 758	2 350
Pakistan*	768	23	23	23	837	23
Pologne	660	0	0	0	660	0
Portugal	3 674	19	10	14	3 717	3
RDA	213 380	xxxx	xxxx	xxxx	213 380	0
République tchèque	105 351	610	612	507	107 080	501
Roumanie	17 422 *	132	89	86	17 729 *	85
Russie, Fédération de	106 123	2 530	2 610 *	2 760 *	114 023 *	2 910 *
Slovénie	382	0	0	0	382	0
Suède	200	0	0	0	200	0
Ukraine	7 000 (b)	1 000	1 000	1 000	10 000 (b)	1 000
Yougoslavie	380	0	0	0	380	0
OCDE	375 803	7 695	7 636	8 037	399 171	8 825
TOTAL	1 837 154	34 886	32 179	36 112	1 940 331	37 258

* Estimation du Secrétariat.

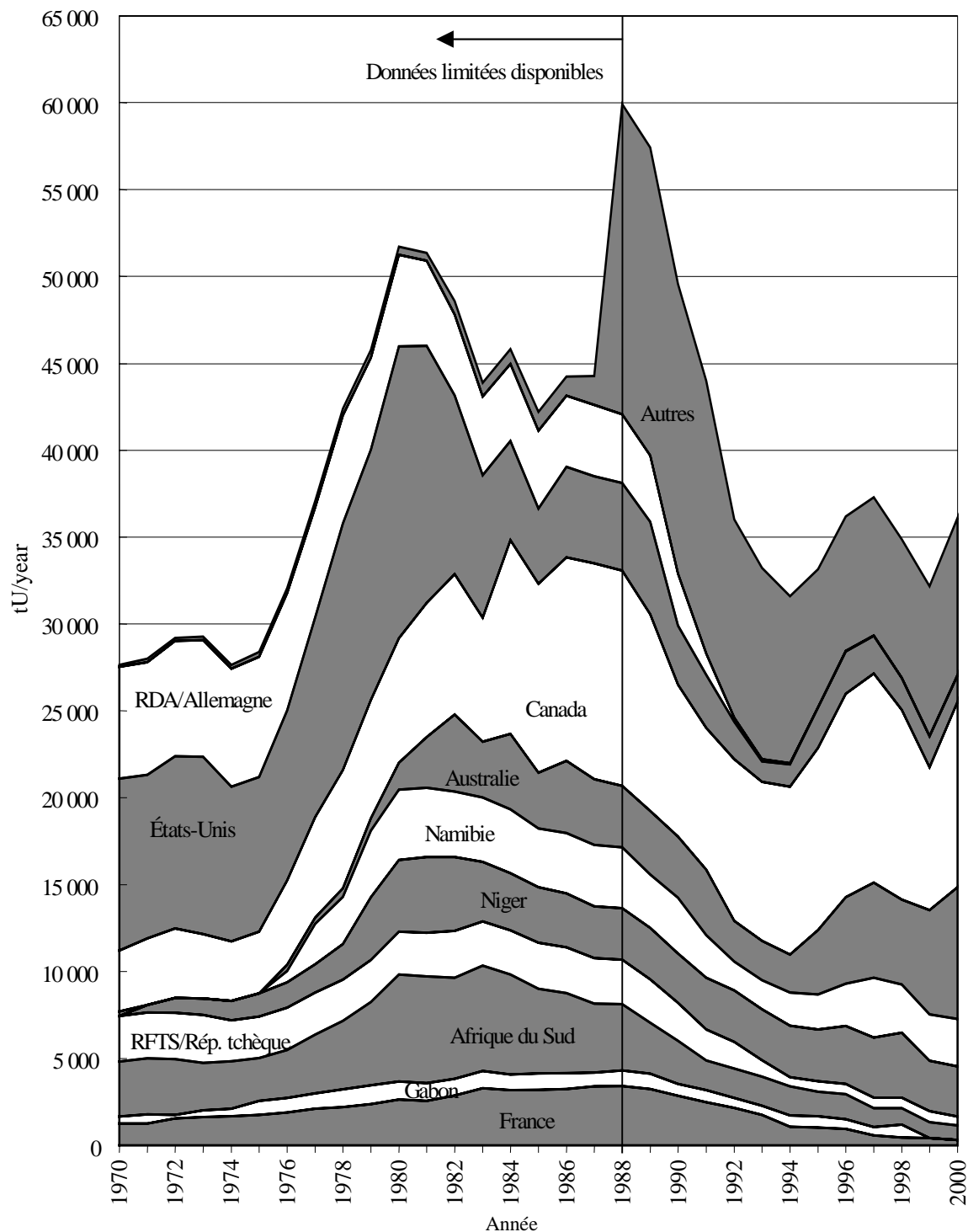
(a) Production depuis 1990.

(b) Production depuis 1992.

(c) Données provisoires.

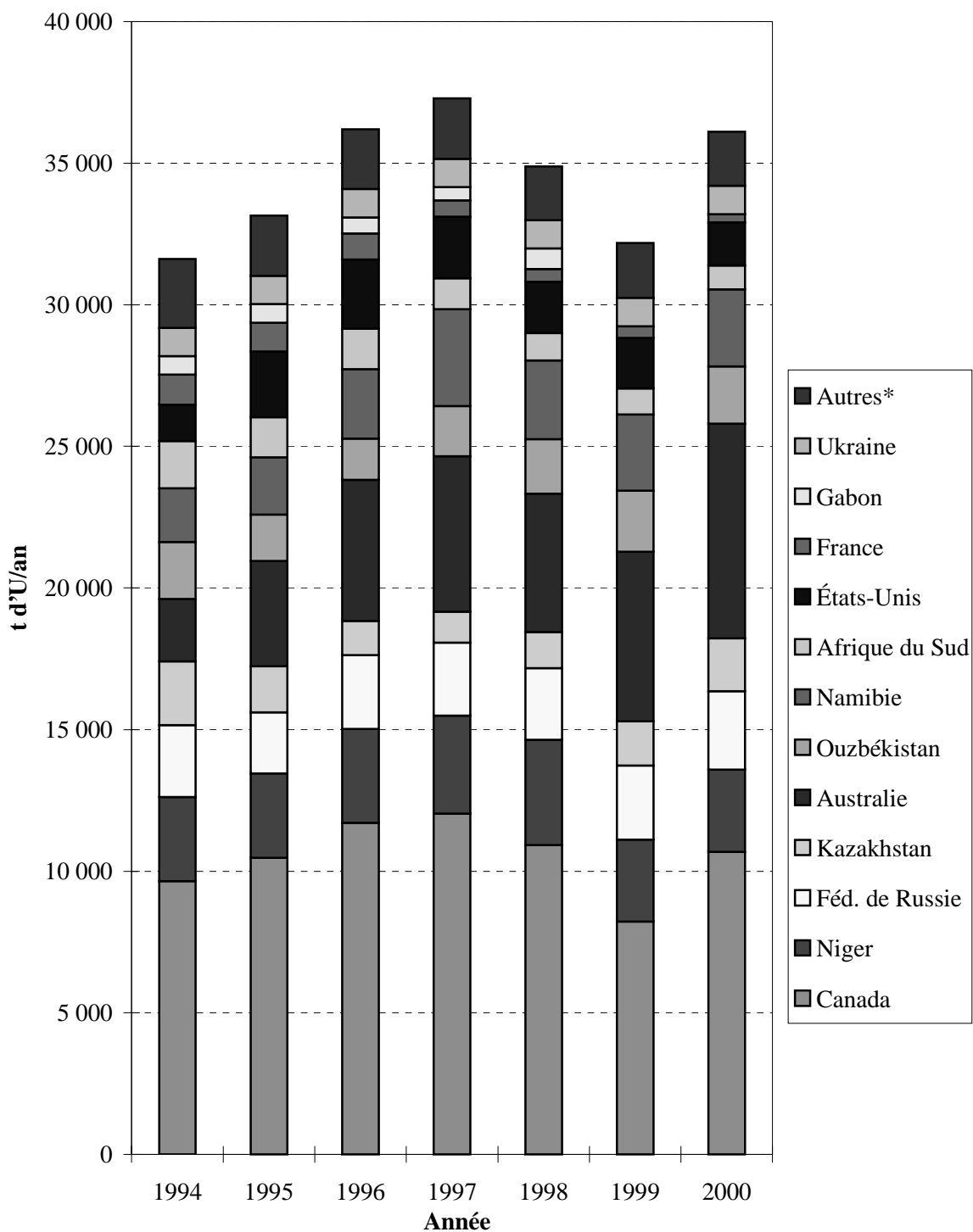
xxxx Entité nationale n'existant plu ou redéfinie au plan politique.

Figure 6. Évolution de la production d'uranium



Note : La rubrique « Autres » couvre les producteurs restants. Seules des données partielles sont disponibles pour les autres producteurs avant 1988. Le pic atteint en 1988 est donc fonction de la prise en compte de données nouvellement disponibles et n'est pas représentatif d'une importante augmentation de la production.

Figure 7. Production mondiale récente d'uranium



* La rubrique « Autres » couvre les producteurs restants. Les valeurs relatives à la Chine, à l'Inde et au Pakistan qui figurent sous cette rubrique sont des estimations.

Comme il ressort du tableau 12, l'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert et souterraines et le traitement classique du minerai sont encore les principales technologies utilisées pour produire de l'uranium, celles-ci ayant assuré de 70 à 80 % de la production d'uranium de 1998 à 2000. La part revenant à l'extraction dans des mines à ciel ouvert a diminué principalement par suite de l'épuisement des réserves à Key Lake, lequel n'a pas été entièrement compensé par l'augmentation de la production provenant du complexe de Ranger en Australie et par l'ouverture de la mine de McClean Lake en Saskatchewan, s'agissant dans les deux cas d'exploitations à ciel ouvert. La part revenant à l'extraction dans des mines souterraines a augmenté principalement par suite du démarrage de la production à McArthur River au Canada. La part accrue qui revient à la catégorie « Autres » est imputable à l'augmentation de la production à Olympic Dam en Australie, où l'uranium est récupéré en tant que co-produit de l'extraction et du traitement du minerai de cuivre. L'accroissement de la production à Olympic Dam a plus que compensé le fait qu'il a été mis fin à la récupération de l'uranium en tant que sous-produit de l'extraction des phosphates en Belgique et aux États-Unis pendant la période 1998-1999.

L'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert et souterraines devrait continuer à assurer la majeure partie de la production mondiale d'uranium. La technologie de la LIS pourrait conserver sa part relative si les nouveaux projets prévus en Australie (Honeymoon), au Kazakhstan (Inkai et Moynkum), en Russie (Dalmatovskoe et Khiagda) et en Ouzbékistan (Sougraly) sont mis en exploitation. De nouveaux accroissements de la capacité au centre d'Olympic Dam, qui dépendront des prix et de la demande du cuivre, permettraient à la catégorie « Autres » de continuer à jouer un rôle important.

La disponibilité de sources d'approvisionnement secondaires, y compris l'uranium hautement enrichi, les prélèvements sur les stocks et le réenrichissement de l'uranium appauvri issu des usines de réenrichissement, a pour corollaire une demande limitée d'uranium nouvellement produit, ce qui a maintenu les prix sur le marché de l'uranium à des niveaux très bas ces dernières années. Il s'ensuit que la mise en place de nouveaux centres de production a été subordonnée à la présence de gisements liés à des discordances contenant du minerai de forte teneur et de gisements renfermés dans des grès qui se prêtent à la technologie d'exploitation par LIS. L'Australie et le Canada sont les seuls pays dotés de ressources connues liées à des discordances. Au Canada, les mines de McArthur River et de McClean Lake sont entrées en service en 1999. L'aménagement du gisement de Cigar Lake a été reporté à 2005 en raison de la demande limitée et des faibles prix de l'uranium.

En Australie, le gisement de Jabiluka, qui est lié à des discordances, a fait l'objet d'importants travaux d'aménagement. Après l'achèvement de la première phase de ces travaux, des dispositions ont été prises en 2000 pour mettre le projet en veilleuse et en assurer l'entretien à des fins environnementales pendant que la compagnie planifierait l'aménagement futur de ce projet conjointement avec l'exploitation minière toute proche de Ranger. En ce qui concerne le projet de Beverly en Australie méridionale, les activités de production ont démarré en 2000 au moyen de la technologie de la LIS. Toujours en Australie méridionale, la mise en place du projet d'Honeymoon exploité par LIS est en cours et la production à l'échelle commerciale devrait débuter en 2002.

Projections relatives à la capacité théorique de production

Afin de pouvoir établir plus aisément des projections concernant la disponibilité future de l'uranium, les pays Membres ont été invités à fournir des projections sur leur capacité théorique de production jusqu'en 2020. Le tableau 13 présente les projections correspondant aux centres de production existants et commandés (colonnes A-II), ainsi qu'aux centres existants, commandés, prévus et envisagés (colonnes B-II), dans la tranche de coût inférieur ou égal à 80 USD/kg d'U, jusqu'en 2020 pour tous les pays qui produisent actuellement ou sont susceptibles de produire de l'uranium à l'avenir.

Au total, huit pays, notamment les principaux producteurs (Afrique du Sud, Australie, Canada, États-Unis, Kazakhstan, Niger et Ouzbékistan), de même que le Brésil, ont rendu compte de leur capacité théorique de production à partir des RRA et des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U. L'Australie a, pour la première fois, notifié ses ressources dans cette tranche de coût. Par conséquent, une grande partie de la capacité théorique de production jusqu'en 2005, telle qu'elle figure dans le tableau 13, est fondée sur les ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U. En ce qui concerne les centres relevant de la catégorie A-II, ces proportions sont les suivantes : 2001 (78 %), 2002 (79 %), 2005 (64 %), 2010 (48 %), 2015 (44 %) et 2020 (45 %) ; pour les centres relevant de la catégorie B-II, elles sont les suivantes : 2001 (77 %), 2002 (80 %), 2005 (61 %), 2010 (44 %), 2015 (41 %) et 2020 (43 %). Les pourcentages plus faibles qui apparaissent à compter de 2010 reflètent à la fois l'appauvrissement des ressources à faible coût et le fait que certains des pays ne rendent pas compte de leur capacité théorique de production après 2005.

Les pays producteurs n'ayant pas fourni de projections sur leur capacité théorique de production sont notamment la Chine, l'Inde, le Pakistan et la Roumanie (après 2001). Dans le cas de l'Inde, du Pakistan et de la Roumanie, les projections relatives à la capacité théorique de production ont été établies sur la base de rapports selon lesquels ces pays ont l'intention de produire à hauteur des besoins futurs en uranium de leurs réacteurs nationaux. La Chine fait état d'une capacité théorique de production ne permettant de couvrir que ses besoins à court terme, à moins qu'elle ne découvre de nouvelles ressources.

En 2001, la capacité théorique de production des centres existants et commandés représentait, selon les indications reçues, environ 45 310 t d'U. A titre de comparaison, la production d'uranium avait atteint, en 2000, 36 112 t d'U, soit environ 80 % de la capacité théorique de production prévue pour 2001. En 2001, avec un taux d'utilisation projeté d'environ 84 %, la capacité théorique de production des centres existants et commandés permettrait de couvrir de l'ordre de 70 % des besoins mondiaux en uranium (voir tableau 15). Si l'on inclut les centres prévus et envisagés, la capacité théorique totale de production pour 2001 passe à environ 46 230 t d'U, soit un chiffre supérieur aux valeurs escomptées pour 2001 dans l'édition de 1999 du Livre rouge (entre 43 750 t d'U et 47 220 t d'U).

En 2002, la production des centres existants et commandés devrait augmenter d'environ 2 282 t d'U, soit de l'ordre de 5 %, par rapport aux valeurs projetées de la production pour 2001. Une augmentation de 1 990 t d'U de la capacité de production du Canada contribue à raison de 87 % environ à l'accroissement projeté de la capacité. De plus faibles augmentations de la capacité de production en Afrique du Sud, en Argentine, en Ouzbékistan et en Russie contribuent au reste de l'accroissement projeté de la capacité pour 2002.

Au cours des dix à vingt prochaines années, le secteur de la production d'uranium continuera à connaître des fluctuations modérées. D'ici à 2005, la capacité théorique de production des centres existants et commandés pourrait être portée à environ 48 319 t d'U, c'est-à-dire couvrir de l'ordre de 73 % des besoins projetés, selon l'évolution de l'électronucléaire dans les cinq années à venir. Cependant, avec les centres de production prévus et envisagés, on pourrait disposer de 7 755 t d'U supplémentaires chaque année. L'adjonction des centres de production prévus et envisagés d'ici à 2005 permettrait de porter la capacité théorique totale à 56 074 t d'U, chiffre qui serait encore inférieur de près de 10 000 t d'U aux besoins projetés.

Tableau 10. Structure de la propriété de la production d'uranium en 2000

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	%	
Afrique du Sud*	0	0	838	100	0	0	0	0	838
Allemagne	28	100	0	0	0	0	0	0	28
Australie	0	0	4 061	54	196	3	3 321	44	7 578
Brésil	80	100	0	0	0	0	0	0	80
Canada	563	5	5 698	53	4 249	40	173	2	10 683
Chine*	700	100	0	0	0	0	0	0	700
Espagne	0	0	255	100	0	0	0	0	255
États-Unis	0	0	325	21	421	28	776	51	1 522
France	296	100	0	0	0	0	0	0	296
Hongrie	10	100	0	0	0	0	0	0	10
Inde	207	100	0	0	0	0	0	0	207
Kazakhstan	1 770	100	0	0	0	0	100	100	1 870
Namibie	81	3	0	0	271	10	2 362	87	2 714
Niger*	966	33	0	0	1 030	35	916	32	2 912
Ouzbékistan	2 028	100	0	0	0	0	0	0	2 028
Pakistan*	23	100	0	0	0	0	0	0	23
Portugal	0	0	14	100	0	0	0	0	14
République tchèque	507	100	0	0	0	0	0	0	507
Roumanie	86	100	0	0	0	0	0	0	86
Russie, Fédération de	2 760	100	0	0	0	0	0	0	2 760
Ukraine	1 000	100	0	0	0	0	0	0	1 000
TOTAL	11 105	31	11 191	31	6 167	17	7 648	21	36 111

* Estimation du Secrétariat.

Tableau 11. **Effectifs des centres de production existants dans les pays indiqués**
(en personnes-ans)

PAYS	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Prévisions 2001
Argentine	180	120	100	80	80	80	70	62
Australie (a)	412	413	464	468	501	565	526	596
Belgique	5	5	5	6	6	6	5	5
Brésil	408	390	305	280	180	110	110	110
Bulgarie	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Canada (b)	1 370	1 350	1 155	1 105	1 134	1 076	1 026	1 000
Chine	9 100	8 000	8 500	8 500	8 500	8 500	8 500	8 000
République tchèque	5 400	4 500	3 600	3 580	3 410	3 300	3 180	2 850
France	496	468	441	141	144	n.d.	n.d.	n.d.
Gabon	263	276	259	150	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Allemagne (c)	4 613	4 400	4 200	3 980	3 615	3 149	3 115	3 100
Hongrie	1 766	1 250	1 300	900	0	0	0 *	0 *
Inde	3 898	n.d.	n.d.	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000 *
Kazakhstan	8 050	6 850	6 000	5 100	4 800	4 600	4 100	4 000
Namibie	1 246	1 246	1 189	1 254	1 104	1 009	902	900
Niger	2 104	2 109	2 070	2 033	2 012	1 830	1 732	1 691
Portugal	46	52	56	57	61	54	50	0
Roumanie	6 500	6 000	5 000	4 550	3 300	2 800	2 150	2 070
Russie, Fédération de	14 400	14 000	13 000	12 900	12 800	12 700 *	12 500 *	12 300 *
Slovénie (c)	145	140	115	105	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Afrique du Sud	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	160	160	160	160
Espagne	185	183	178	172	148	135	106	64
États-Unis	452	535 (d)	689 (d)	793 (d)	911 (d)	649 (d)	401 (d)	n.d.
Ouzbékistan	6 688	7 378	8 201	8 230	8 165	7 734	7 331	7 300
TOTAL	67 727	59 665	56 827	58 384	55 031	52 457	49 964	48 208

n.d. Données non disponibles.

* Estimation du Secrétariat.

- (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) Effectifs employés à des activités de déclassement et de remise en état.
- (d) Ne comprend pas les effectifs (exprimés en personnes-ans) affectés à des travaux de réaménagement liés aux activités prospection, d'extraction, de préparation et de traitement de l'uranium : 528 en 1994, 573 en 1995, 429 en 1996, 303 en 1997, 209 en 1998, 199 en 1999 et 226 en 2000.

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

Source/technologie	1998 (%)	1999 (%)	2000 (%)
À ciel ouvert	39	35	28
En souterrain	40	36	43
LIS	13	17	15
Autres*	8	12	14

* Co-produit ou sous-produit de l'extraction du cuivre, de l'or et des phosphates, lixiviation en place/en gradins, lixiviation en tas et récupération à partir des eaux d'exhaure.

Tableau 13. Capacité théorique de production d'uranium dans le monde jusqu'en 2020
(en t d'U/an, à partir des ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U, sauf mention contraire)

PAYS	2001		2002		2005		2010		2015		2020	
	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 (c)	1 157	1 157	1 319	1 319	1 439	1 439	1 225	1 225	537	537	429	429
Argentine	0	0	40	40	120	120	120	500	120	500	n.d.	n.d.
Australie	9 400	9 400	9 400	10 300	9 400	10 300	8 200	11 600	8 200	11 600	8 200	11 600
B Brésil	250	250	250	250	340	665	340	665	340	665	340	665
Canada	14 300	14 300	16 290	16 290	16 150	16 150	18 450	18 450	16 150	16 150	13 850	13 850
Chine (b) (e)	700	700	700	700	740	1 560	740	1 560	740	1 560	740	1 560
États-Unis	3 000	3 700	3 000	3 700	2 700	6 100	1 700	6 900	1 000	5 000	1 000	5 000
France	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inde (a) (b) (d)	210	210	210	210	210	560	210	860	210	860	820	1 670
Kazakhstan	2 250	2 250	2 250	2 250	3 200	3 300	3 500 (b)	4 500 (b)	3 500 (b)	4 500 (b)	3 500 (b)	4 500 (b)
Mongolie (c)	0	0	0	0	150 (b)	1 100 (b)	150 (b)	1 100 (b)	150 (b)	1 100 (b)	150 (b)	1 100 (b)
Namibie (b)	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	2 910	2 910	2 960	2 960	2 960	2 960	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ouzbékistan	2 350	2 350	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Pakistan (b) (d)	23	23	23	23	30	110	30	110	30	300	30	300
Portugal	n.d.	0	n.d.	0	170	n.d.	170	n.d.	150	n.d.	n.d.	n.d.
République tchèque	660	660	550	550	110	110	84	84	87	87	80	80
Roumanie	100	100	100	100	100	100	200	300	200	300	300	400
Russie, Fédération de (b)	3 000	3 100	3 000	3 200	3 000	4 000	3 000	5 000	3 000	5 000	3 000	5 000
Ukraine	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 500	1 500	2 000	2 000	2 000	2 000
TOTAL	45 310	46 230	47 592	49 392	48 319	56 074	46 119	60 854	42 914	56 659	40 939	54 654

A-II Capacité théorique de production des centres existants et commandés alimentés par des ressources récupérables dans la catégorie de RRA et des RSE-I.
B-II Capacité théorique de production des centres existants, commandés, prévus et envisagés alimentés par 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 USD/kg d'U.
- (b) Estimation du Secrétaire.
- (c) À partir de ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U.
- (d) Les projections relatives à l'Inde et au Pakistan sont fondées sur l'intention annoncée de ces pays de produire à hauteur de leurs besoins nationaux.
- (e) Les projections sont fondées sur la notification par la Chine d'une capacité théorique suffisante pour couvrir ses besoins à court terme.

Les fermetures de mines prévues pour cause d'épuisement des ressources devraient entraîner une baisse lente de la capacité théorique de production des centres existants et commandés, qui tomberait à 46 119 t d'U en 2010, soit une diminution d'environ 4,5 % par rapport aux valeurs projetées de la production pour 2005. La capacité théorique des centres existants et commandés couvrirait de l'ordre de 64 % et de 71 % des besoins projetés en 2010, respectivement dans l'hypothèse haute et dans l'hypothèse basse adoptées pour la demande. La capacité théorique annuelle de production devrait continuer à s'infléchir, passant à environ 42 914 t d'U et 40 939 t d'U, respectivement en 2015 et en 2020. La poursuite de la baisse prévue dans la capacité théorique des centres existants et commandés laisse penser qu'en 2020 la production ne permettra de couvrir que de 51 % à 71 % des besoins mondiaux, respectivement dans l'hypothèse haute et dans l'hypothèse basse. Grâce à l'adjonction des centres de production prévus et envisagés, les besoins projetés pour 2020 pourraient être couverts à raison de 94 % environ dans l'hypothèse basse, mais seulement à raison de 68 % dans l'hypothèse haute.

Deux conclusions importantes se dégagent de l'analyse qui précède. La capacité actuelle et prévue de production à partir des ressources récupérables à des coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U (ressources à faible coût) suffit à satisfaire de l'ordre de 57 % des besoins en uranium en 2001. De 2010 à 2020, la capacité théorique totale de production à faible coût (centres existants, commandés, prévus et envisagés) suffirait à satisfaire 33 % des besoins dans l'hypothèse haute et 43 % d'entre eux dans l'hypothèse basse. Cependant, même avec l'appoint des ressources récupérables à des coûts compris entre 40 et 80 USD/kg d'U, la capacité théorique totale de production en 2020 ne permettra de couvrir que 68 % des besoins dans l'hypothèse haute et 94 % d'entre eux dans l'hypothèse basse. Il faudrait alors recourir aux ressources récupérables à des coûts plus élevés et/ou à d'autres sources d'approvisionnement non primaires pour combler l'éventuel déficit de production que ces projections font apparaître. On pourra vraisemblablement tirer un complément de ressources non négligeable d'autres sources d'approvisionnement, notamment le retraitement du combustible, les prélèvements sur les stocks excédentaires, le réenrichissement de l'uranium appauvri issu des usines d'enrichissement, 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

La capacité théorique de production des centres existants et commandés n'a guère varié entre 1999 (45 807 t d'U) et 2001 (45 310 t d'U). L'introduction de nouveaux centres de production et l'expansion de la capacité théorique de production existante en 1999 et 2000 ont largement compensé la fermeture de centres de production. Le caractère du secteur s'est quelque peu modifié par suite du remplacement d'installations de petite taille produisant de l'uranium à des coûts élevés par des installations plus importantes et économiquement plus efficaces.

En ce qui concerne les installations de production d'uranium, les changements intervenus pendant la période 1999-2000 et prévus au cours des années ultérieures sont notamment les suivants :

Fermeture d'installations

- 1999 : **Canada** (mise en réserve de la mine d'Eagle Point, 3 900 t d'U) ;
Gabon (Mounana, 540 t d'U) ;
États-Unis (mise en réserve de Kingsville Dome et de Rosita, 500 t d'U ;
Sunshine Bridge Phosphate, 160 t d'U).

- 2000 : **États-Unis** (Christensen Ranch, 250 t d'U).
- 2001 : **Canada** (mise en réserve de l'usine de Rabbit Lake, 3 900 t d'U) ;
France (Jouac, 600 t d'U) ;
Portugal (Urgeiriça, 170 t d'U) ;
États-Unis (mise en réserve de l'usine de Canon City, 210 t d'U).
- 2002 : **Canada** (Cluff Lake, 1 900 t d'U) ;
Afrique du Sud (chaîne de production d'uranium de Palabora, 90 t d'U).

Ouverture de mines

- 1999 : **Canada** (McArthur River, 6 900 t d'U; McClean Lake, 2 300 t d'U) ;
- **Brésil** (Lagoa Real, 250 t d'U) ;
- 2000 : **Australie** (Beverley, 850 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 3 000 t d'U à 4 240 t d'U) ;
Canada (augmentation de la capacité de l'usine de Key Lake de 4 615 t d'U à 6 923 t d'U).

Nouvelles exploitations minières prévues

- 2002 : **Australie** (Honeymoon, 850 t d'U);
Kazakhstan (Katco-Moynkum, 700 t d'U ; Inkaï, 700 t d'U) ;
Fédération de Russie (Dalmatovskoe, 700 t d'U).
- 2005 : **Canada** (Cigar Lake, 6 900 t d'U devant être traitées dans les usines de McClean Lake et de Rabbit Lake).

D. ACTIVITÉS LIÉES À L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

La présente section donne un aperçu des 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 autour de quatre grands axes [1] : Remise en état des sites de mines et d'usines désormais inexploités, 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 déclasserment et de remise en état [2]. Protection et surveillance de l'environnement dans les exploitations en service ou projetées, de même que lors du déclasserment des sites récemment fermés [3]. Mise à jour ou élaboration d'une législation et d'un cadre réglementaire conforme aux normes internationales récentes [4]. Se superposant aux deux dernières activités, recours de plus en plus fréquent aux évaluations

environnementales en tant qu'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'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire a publié, en 1999, un rapport qu'elle a établi conjointement avec l'AIEA sous le titre *Aspects environnementaux de la production d'uranium* et qui contient des informations plus détaillées communiquées par les pays participants ; un nouveau rapport établi conjointement par l'AEN et l'AIEA, qui s'intitule *Réaménagement de l'environnement des sites de production d'uranium*, est paru en février 2002.

Amérique du Nord. Les activités environnementales menées dans le secteur de l'extraction de l'uranium au **Canada** ont été axées sur l'évaluation et la gestion de l'environnement, ainsi que sur le déclassement. Les études d'impact sur l'environnement requises au titre de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* ont plus ou moins progressé dans le cas de cinq projets. La nature des activités et les compagnies qui y participent sont les suivantes [1] : Procédure d'autorisation visant les anciennes mines de la région d'Elliot Lake engagée par Rio Algom [2], Interruption des activités au centre de production de la société COGEMA Resources Inc. (CRI) à Cluff Lake [3] ; Reconduction de l'autorisation d'exploitation, par la CRI, du centre de McClean Lake, laquelle comprend une demande d'augmentation de la capacité annuelle de production de 2 308 t d'U à 3 077 t d'U [4] ; Demande formulée par les sociétés CRI et Cigar Lake Mining au sujet de l'évacuation des déchets potentiellement acidogènes de la mine de Cigar Lake dans l'installation de McClean Lake [5] ; Proposition présentée par les sociétés Cigar Lake Mining and Cameco en vue de traiter environ 57 % du minerai de Cigar Lake à l'usine de Rabbit Lake. Au Canada, la gestion de l'environnement vise essentiellement à s'assurer que les compagnies minières se conforment aux prescriptions réglementaires. Les producteurs d'uranium canadiens ont affecté plus de 100 millions d'USD à la gestion de l'environnement dans les mines existantes. La mine de McClean Lake est la première exploitation minière d'Amérique du Nord à avoir reçu, en 2001, la certification 14001 de l'ISO (Organisation internationale de normalisation). Les travaux de déclassement menés au Canada se sont concentrés sur la zone d'Elliot Lake, où les compagnies minières canadiennes ont affecté plus de 50 millions d'USD au déclassement des mines et usines. En outre, les producteurs d'uranium ont provisionné plus de 100 millions d'USD au total pour le déclassement et la fermeture de mines et d'usines de traitement de l'uranium en exploitation.

Aux **États-Unis**, étant donné qu'à la fin de l'an 2000 aucune usine de traitement classique n'était exploitée et que la moitié des autres installations de production étaient en réserve, les activités environnementales ont été principalement axées sur le déclassement. Une étude américaine de 1995 a montré qu'en moyenne le réaménagement des sites de résidus de traitement de l'uranium représentait environ 54 % du coût total du déclassement des sites des usines de traitement de type classique. En moyenne, le coût total du déclassement a atteint 14,1 millions d'USD par site, dont 7,7 millions d'USD pour le réaménagement des sites de résidus de traitement, 2,3 millions d'USD pour la restauration de la qualité des eaux souterraines, 0,9 million d'USD pour le démantèlement des usines et 3,2 millions d'USD pour les coûts indirects. En ce qui concerne les sites d'exploitation par lixiviation *in situ*, le coût moyen du déclassement s'élevait à 7,0 millions d'USD, dont 2,8 millions d'USD pour la restauration de la qualité des eaux souterraines, 0,9 million d'USD pour le réaménagement des champs de captage, 0,6 million d'USD pour le démantèlement des bâtiments et des structures, 1,2 million d'USD pour la remise en état des bassins d'évaporation, les puits d'évacuation, les levés radiométriques, etc. et 1,4 million d'USD pour les coûts indirects. Le réaménagement des sites de résidus de traitement issus du programme d'achats d'uranium du Gouvernement des États-Unis pendant et après la Deuxième Guerre mondiale est en cours. Les coûts d'assainissement de 22 anciens sites de traitement du minerai d'uranium associés à ce programme d'achats sont en grande partie couverts par le Gouvernement des États-Unis. Sur ces sites, l'assainissement en surface devrait coûter de l'ordre de 1,476 milliard d'USD et la restauration de la qualité des eaux souterraines, 147 millions d'USD supplémentaires.

Amérique centrale et du Sud. En **Argentine**, des études hydrogéochimiques ont été effectuées en vue de définir les conditions de point zéro dans le gisement d'uranium et de molybdène de Cerro Solo. En outre, dans le cadre de l'étude de faisabilité de Sierra Pintada, des travaux sont entrepris afin d'améliorer la surveillance des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que la gestion des déchets et résidus. Au **Brésil**, la surveillance des sites et l'élaboration d'un plan de déclassement du complexe constitué par la mine et l'usine de traitement de Poços de Caldas se poursuivent. L'étude d'impact sur l'environnement du centre de production de Lagoa Real, qui est entré en service en 1999, a été menée à terme et fait désormais partie du plan d'exploitation du complexe mine/usine de traitement.

Europe occidentale et Scandinavie. 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 déclassement 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 FRF (113 millions d'USD) à la fin de 1998, un budget supplémentaire de 90 millions de FRF (14,4 millions d'USD) ayant été affecté à ces travaux en 1999. En **Allemagne**, l'extraction du minerai d'uranium a pris fin en 1990 et, depuis cette date, la société WISMUT GmbH a mené d'importants programmes de déclassement et de réaménagement. À la fin de 1998, près de 90 % des travaux souterrains de remise en état avaient été achevés. On procède actuellement au réaménagement des tas de 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 de ces installations. À la fin de l'an 2000, l'Allemagne avait dépensé environ 6,7 milliards de DEM (3,3 milliards d'USD) sur les 13 milliards de DEM (6,2 milliards d'USD) requis pour réaliser toutes les opérations de déclassement et de réaménagement qui s'imposent. En **Espagne**, le réaménagement de douze mines d'uranium fermées en Extramadure s'est achevé en 2000. Le réaménagement de six autres mines d'uranium en Andalousie a également pris fin en 2000. Le plan de déclassement de l'installation de lixiviation en tas d'Elefante a été approuvé par les autorités réglementaires en 2001. En **Suède**, le déclassement et la remise en état de la mine de Ranstad sont désormais achevés ; le coût de cette opération est estimé à 150 millions de SEK (15 millions d'USD). La surveillance du site se poursuit. Au **Portugal**, le déclassement 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 celle de Quinta do Bispo, exploitée par lixiviation en tas. Il était prévu de mettre fin à la production de concentrés d'uranium au début de 2001 à Urgeiriça. C'est pourquoi les activités liées à l'environnement occuperont désormais une place de premier plan dans le secteur de l'extraction de l'uranium. Le budget prévu pour ces activités sera, selon les estimations, compris entre 35 et 40 millions d'USD.

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 la principale activité de DIAMO. Le réaménagement des bassins de décantation des résidus dans les usines de traitement du minerai de Stráz pod Ralskem et de Mydlovary vient au premier rang des priorités en matière d'environnement. En outre, le réaménagement du bassin de décantation des résidus de Dolní Rozínka, lequel est toujours en service, ne manquera pas de poser d'importants problèmes financiers et techniques. Les efforts sont également axés sur le déclassement des mines de Hamr, Olší, Jasenice-Pucov, Zadní Chodov, Okrouhlá Radoun et Licomerice-Brezinka, ainsi que sur le réaménagement de la mine de Stráz exploitée par LIS. En **Hongrie**, le réaménagement des bassins de décantation des

résidus et la construction d'installations de traitement des eaux d'exhaure dans la région de Mecsek constituent les principales activités dans le domaine de l'environnement. La démolition de l'usine de traitement du minerai a débuté en 1999 et le programme de réaménagement se poursuivra jusqu'à la fin de 2002. En **Pologne**, où les activités d'extraction et de traitement du minerai d'uranium ont cessé depuis plus de 25 ans, les compagnies à l'origine des nuisances environnementales n'existant plus, les travaux de réaménagement sont entièrement financés par les pouvoirs publics. On dénombre peu d'atteintes importantes à l'environnement dans ce pays, le cas le plus grave concernant le bassin de décantation des résidus de Kowary. 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 réaménagement qui permettra de remédier aux effets des activités passées de production d'uranium. En **Roumanie**, les activités environnementales liées à la production d'uranium visent actuellement en priorité à accroître la capacité de traitement des eaux dans les Carpates orientales, les monts Apuseni et les monts du Banat. Ces programmes prévoient également d'augmenter la capacité des bassins de décantation des résidus, de traiter et de fermer les aires de stockage du minerai dans diverses mines et de procéder à la stabilisation à long terme, à la remise en état et à la restauration du couvert végétal des versants à stériles et des terrains avoisinants. En **Ukraine**, bien qu'aucune mine ne soit en cours de déclassement, VostGOK mène un programme en vue d'assainir et de remettre en état les 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 les installations nucléaires industrielles de l'Ukraine.

Afrique. Au **Gabon**, depuis la fin des activités d'extraction de l'uranium en mars 1999, les pouvoirs publics ont lancé un programme de réaménagement de sept sites comprenant la mine et l'usine de traitement de Mounana. Le réaménagement du site de Mounana implique le démantèlement de l'usine de traitement et des installations connexes (travail qui a été achevé), la fermeture des bassins de décantation des résidus, l'assainissement du site et la restauration de son couvert végétal. Ce programme a pour objet 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 oeuvre. En **Namibie**, les activités environnementales sont actuellement 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 le réaménagement des mines. En Namibie, les coûts cumulés de gestion de l'environnement ont atteint au total plus de 44 millions de ZAR (8,5 millions d'USD), y compris 1,8 million de ZAR (252 000 USD) inscrits au budget en 2000. L'**Afrique du Sud** dispose d'une législation rigoureuse en matière d'environnement qui garantit un réaménagement approprié des 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 district du Witwatersrand comprennent en particulier la pollution par la poussière, la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que la radioactivité résiduelle. D'anciennes mines d'or/uranium sont en cours de déclassement. 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. Au **Kazakhstan**, les efforts en matière d'environnement sont axés sur les déchets des installations de production d'uranium ayant été fermées, ainsi que sur les répercussions écologiques de l'exploitation 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 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 concernant les incidences à long terme de l'exploitation par LIS sur les aquifères est menée de concert avec l'Agence internationale de l'énergie atomique. En outre, une étude est actuellement consacrée à la reconstitution naturelle des aquifères exploités par LIS. 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 l'exploitation par LIS. Le combinat minier et métallurgique de Navoi a lancé un programme progressif d'évaluation et, le cas échéant, de réaménagement 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 eaux souterraines due à la présence de bassins de décantation des résidus. A la fin de l'an 2000, la surface des bassins de décantation des résidus avait été couverte à raison de 17 % environ et elle devrait l'être totalement d'ici à 2012. En Ouzbékistan, une étude a également été entreprise sur la reconstitution naturelle des aquifères exploités par LIS. En **Inde**, la gestion des incidences sur l'environnement de la production d'uranium 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**, les droits miniers sont dévolus à la Couronne. Dans la région d'Alligator Rivers, le terrain appartient aux propriétaires aborigènes traditionnels. La zone du projet de Ranger et la concession minière de Jabiluka se trouvent sur des terrains aborigènes. Le Parc national de Kakadu, qui entoure la zone du projet et la concession minière, est un terrain aborigène transféré par cession-bail au Directeur des parcs nationaux et des réserves naturelles (*Director of National Parks and Wildlife*) du Gouvernement fédéral. Sous l'égide de ce Gouvernement, le Bureau fédéral de l'Expert à l'environnement (*Office of the Supervising Scientist – OSS*) est chargé de superviser la gestion de l'environnement et les recherches dans la région d'Alligator Rivers, qui englobe les mines de Ranger (en exploitation), de Jabiluka (en cours d'aménagement) et de Nabarlek (fermée). Le Bureau fédéral de l'Expert à l'environnement a régulièrement attesté du niveau élevé de protection de l'environnement atteint dans la zone relevant de sa compétence et observé que les activités minières avaient eu une incidence négligeable sur le milieu environnant. Le réaménagement de la zone de la mine de Nabarlek est près de s'achever. En ce qui concerne la mine de Ranger, il se peut que le principal problème en matière d'environnement tiende au transfert final d'environ 18 millions de m³ de résidus provenant de la digue de retenue des résidus dans les puits 1 et 2 qui sont épuisés, le but étant de se conformer au principe de l'évacuation en dessous du sol. Les travaux de construction sur le site de la mine de Jabiluka ont débuté en juin 1998 après une procédure exhaustive d'évaluation de l'impact sur l'environnement menée conjointement par les autorités fédérales et celles du Territoire du Nord. Toutefois, des dispositions ont été prises pour assurer la prise en charge et l'entretien de ce projet dans l'attente d'une décision sur l'endroit où le minerai sera traité, que ce soit à l'usine de Ranger ou dans une installation de traitement indépendante à Jabiluka. Les mines d'Olympic Dam et de Beverley sont régies par la législation du gouvernement d'Australie méridionale. Les exploitants des deux projets sont tenus de mettre à la disposition du public des rapports annuels sur l'environnement. Le projet de la société Southern Cross Resources Australia Pty Ltd visant l'aménagement d'une mine d'uranium exploitée par LIS à Honeymoon a été ajourné par suite d'une demande d'informations complémentaires détaillées émanant du Ministre fédéral de l'environnement et portant sur l'hydrogéologie des aquifères ; cependant, l'aménagement de la mine a été approuvé et la production devrait démarrer en 2002.

Asie de l'Est. La **Chine** a profité de sa longue expérience en matière de production d'uranium pour élaborer de nouvelles réglementations, afin de maîtriser, de surveiller et de limiter les incidences

de la production d'uranium sur l'environnement. Cette réglementation a amené à procéder au remblayage des zones excavées par les stériles et les résidus de traitement, à l'épuration des eaux d'exhaure et des eaux usées industrielles et au recouvrement des déblais de déchets et de résidus de traitement en vue d'atténuer les émanations de radon. Des filtres électrostatiques à très haute tension ont été installés dans les usines de traitement du minerai de Fuzhou et de Hengyang afin de limiter l'envol de poussières. Parallèlement à l'adoption de mesures de protection de l'environnement dans les centres de production en exploitation, cinq petites mines d'uranium ont été entièrement déclassées ; sept autres mines ou complexes mine/usine de traitement ont atteint un stade de déclassé plus ou moins avancé.

II. DEMANDE D'URANIUM

Ce chapitre contient une brève description de l'état actuel et de la croissance prévue de la puissance nucléaire installée mondiale et des besoins en uranium des centrales nucléaires. On y trouvera, en outre, une analyse des relations entre l'offre et la demande d'uranium suivie d'une description des évolutions importantes du marché mondial de l'uranium. Il convient de noter que, par demande d'uranium, on entend les acquisitions d'uranium naturel, d'où il s'ensuit que les données fournies ne correspondent pas nécessairement à la consommation réelle. En outre, les données relatives à 2001 et au-delà sont des estimations et les chiffres relatifs aux acquisitions et/ou à la consommation effectives seront souvent différents³.

A. PUISSANCE NUCLÉAIRE INSTALLÉE ET BESOINS EN URANIUM DES RÉACTEURS

Monde (360,2 GWe nets au 1er janvier 2001). À la fin de l'an 2000, l'utilisation de l'énergie nucléaire au plan mondial continuait de s'accroître à un taux équivalent à celui enregistré en moyenne au cours de la décennie précédente. En 1999, les centrales nucléaires ont fourni environ 6,8 % [1] de l'énergie primaire totale consommée dans le monde et assuré environ 17 % de la production mondiale d'électricité. Les 438 tranches nucléaires en service représentaient une puissance installée nette d'environ 360 GWe. On trouvera à la figure 8 et au tableau 14 la répartition de cette puissance nucléaire installée.

En 1999, quatre nouvelles tranches nucléaires ont été couplées au réseau, respectivement dans la République de Corée, en France, en Inde et dans la République slovaque. Au cours de l'an 2000, ce sont six nouveaux réacteurs qui ont été couplés aux réseaux nationaux, à savoir un respectivement au Brésil, au Pakistan et dans la République tchèque et trois en Inde. À la fin de cette même année, il y avait au total 33 réacteurs en chantier (représentant environ 29,5 GWe nets) : un respectivement en Argentine, en Roumanie et dans la République tchèque ; deux respectivement en Inde, en Iran et dans la République slovaque ; trois en Russie ; quatre respectivement dans la République de Corée et en Ukraine ; cinq au Japon et huit en Chine. Au cours de 1999 et de 2000, trois réacteurs ont été arrêtés, un respectivement au Kazakhstan, en Suède et en Ukraine représentant une puissance installée d'environ 1,6 GWe nets.

Les besoins mondiaux en uranium étaient estimés à environ 64 014 t d'U en 2000 et à environ 64 329 t d'U en 2001 (voir figure 9 et tableau 15).

3. L'Agence d'approvisionnement d'Euratom publie des informations détaillées sur la consommation des réacteurs. Pour la période allant de 1996 à la fin de l'an 2000, ces données montrent que la quantité moyenne de combustible chargé a été de 18 360 t d'U par an contre une prévision moyenne des besoins s'élevant à 20 360 t d'U par an au cours de la même période. De même, les livraisons aux utilisateurs ont atteint en moyenne 15 640 t d'U par an de 1996 à la fin de 2000 alors que les « besoins nets » projetés (besoins des réacteurs déduction faite de l'utilisation des stocks et du recyclage) ont été de 17 620 t d'U par an au cours de la même période. Ces données laissent penser que les estimations des besoins en uranium peuvent être sujettes à surestimation.

Tableau 14. Puissance nucléaire installée* jusqu'en 2020
(MWe net)

PAYS	2000	2001	2005	2010		2015		2020	
				Hyp. basse	Hyp. haute	Hyp. basse	Hyp. haute	Hyp. basse	Hyp. haute
Afrique du Sud	1 842	1 842	1 842	1 800 a)	1 900 a)	1 800 a)	2 300 a)	1 800 a)	2 700 a)
Allemagne	21 300	21 300	21 300	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Argentine	940	940	940	940	1 630	940	1 630	600	1 292
Arménie	408	408	408	0	408	0	600	600	1 200
Bangladesh	0	0	0	0	0	0	100 a)	0 a)	100 a)
Bélarus	0	0	0	0	0	0 a)	0 a)	0 a)	1 000 a)
Belgique	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	3 966 a)	5 713 a)
Bésil	1 875	1 875	3 120	3 120	3 120	3 120	3 120	1 855 a)	8 000 a)
Bulgarie	3 538 a)	3 538 a)	3 538 a)	2 314 a)	3 538 a)	1 906 a)	2 722 a)	953 a)	2 314 a)
Canada	15 500	15 500	15 500	15 500	16 700 b)	15 500	24 000 b)	14 500	26 100 b)
Chine (c)	2 100	2 100	8 700	12 700	14 700	18 000	23 000	22 000	26 000
Corée, Rép. de	13 716	13 716	17 716	22 529	22 529	26 050	26 050	26 050	26 050
Corée, RPD	0	0	0 a)	950 a)	1 900 a)	1 900 a)	1 900 a)	1 900 a)	1 900 a)
Cuba	0	0	0	0	0	0	600 a)	0	600 a)
Egypte	0	0	0	0	0	0	600 a)	0 a)	600 a)
Espagne	7 500	7 500	7 500	7 500	7 730	7 500	7 730	7 500	7 730
États-Unis	97 480	97 480	97 480	90 620	96 860	65 570	94 250	55 300	88 530
Finlande	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600
France	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200
Hongrie	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800
Inde	2 503	2 503	2 503	7 209	7 209	12 011 a)	12 011 a)	4 726 a)	9 653 a)
Indonésie	0	0	0	0	0	0	900 a)	0 a)	900 a)
Iran	0	0	915	915 a)	915 a)	915 a)	2 111 a)	915 a)	2 111 a)
Italie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	3 000 a)
Japon	43 700 a)	43 700 a)	48 000 a)	59 900 a)	59 900 a)	59 900 a)	59 900 a)	59 900 a)	59 900 a)
Kazakhstan	0	0	0	0	0	0 a)	600 a)	0 a)	600 a)
Lituanie	2 760	2 760	1 380	1 380	1 380	0	1 380	0 a)	1 380 a)
Malaisie	0	0	0	0	0	0 a)	0 a)	0 a)	600 a)
Maroc	0	0	0	0	0	0 a)	600 a)	0 a)	600 a)
Mexique	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370
Pakistan	425 a)	425 a)	425 a)	600 a)	725 a)	600 a)	600 a)	600 a)	2 000 a)
Pays-Bas	449	449	0	0	0	0	0	0	0
Philippines	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	600 a)
Pologne	0	0	0	0	0	0 a)	1 000 a)	0 a)	1 000 a)
République slovaque	2 430	2 430	2 430	1 620	3 240	1 620	2 430	810	1 620
République tchèque	1 632	2 544	3 456	3 456	3 472	3 456	3 472	3 456	3 472
Roumanie	650	650	650	1 300	1 950	1 300	1 950	1 950	2 600
Royaume-Uni	12 490	12 490	12 000	10 000	10 000	7 000	7 000	4 000	4 000
Russie, Féd. de	21 242 a)	21 242 a)	26 000 a)	21 242 a)	36 000 a)	17 500 a)	46 000 a)	17 500 a)	57 000 a)
Slovénie	672	672	672 a)	672 a)	672 a)	672 a)	672 a)	672 a)	672 a)
Suède	9 400	9 400	9 400	8 800	9 400	8 800	9 400	8 800	9 400
Suisse	3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	2 115	3 200	2 115	3 200
Thaïlande	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	600 a)
Turquie	0	0	0	0	0	0 a)	2 000 a)	0 a)	2 000 a)
Ukraine	12 880	11 880	13 800	14 800	15 800	14 800	15 800	15 800	17 800
Viêt Nam	0	0	0	0	0	0	700 a)	0	1 400 a)
TOTAL OCDE	303 480	304 392	312 665	297 808	307 714	272 194	315 115	255 367	310 685
TOTAL MONDE	360 199	360 111	385 042	375 234	407 045	355 142	442 495	333 514	463 691

* Puissance installée à la fin de l'année.

(a) Estimation du Secrétariat.

(b) Sur la base des analyses de Ressources naturelles Canada.

(c) Les données suivantes sur le Taipei chinois sont incluses dans le Total Monde mais non dans les totaux pour la Chine : 4 884 MWe en 2000 et 2001, 7 484 MWe pour 2005 et pour les hypothèses basse et haute en 2010 et 2015, et respectivement 6 276 et 8 784 MWe pour les hypothèses basse et haute en 2020.

Figure 8. Puissance nucléaire installée dans le monde : 360,2 GWe nets
(au 1^{er} janvier 2001)

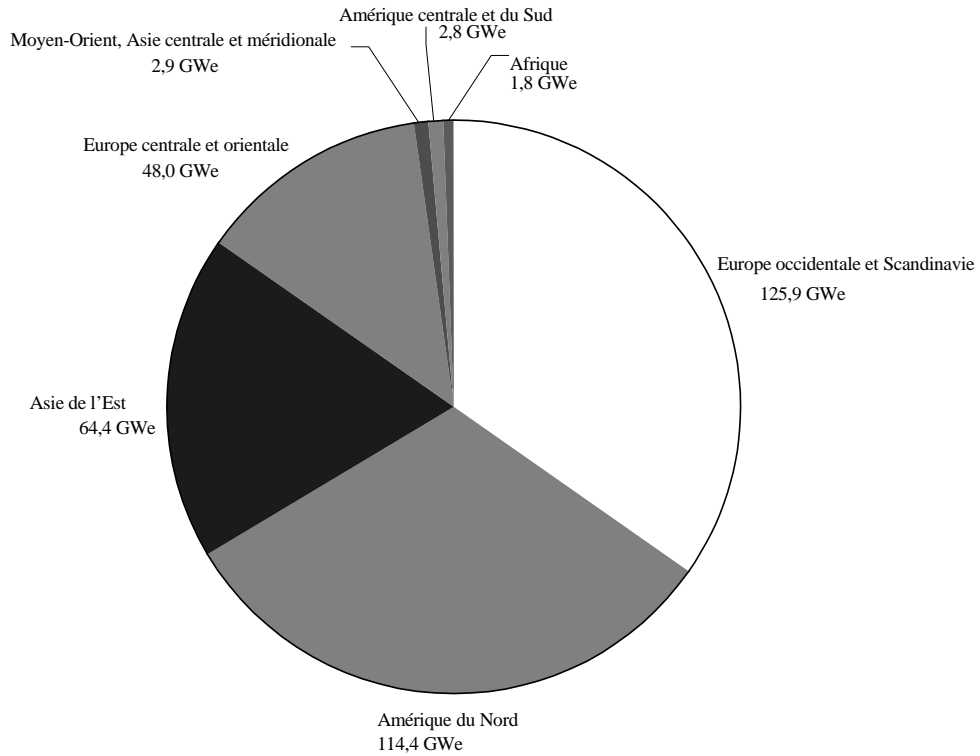


Figure 9. Besoins mondiaux en uranium : 64 329 t d'U
(au 1^{er} janvier 2001)

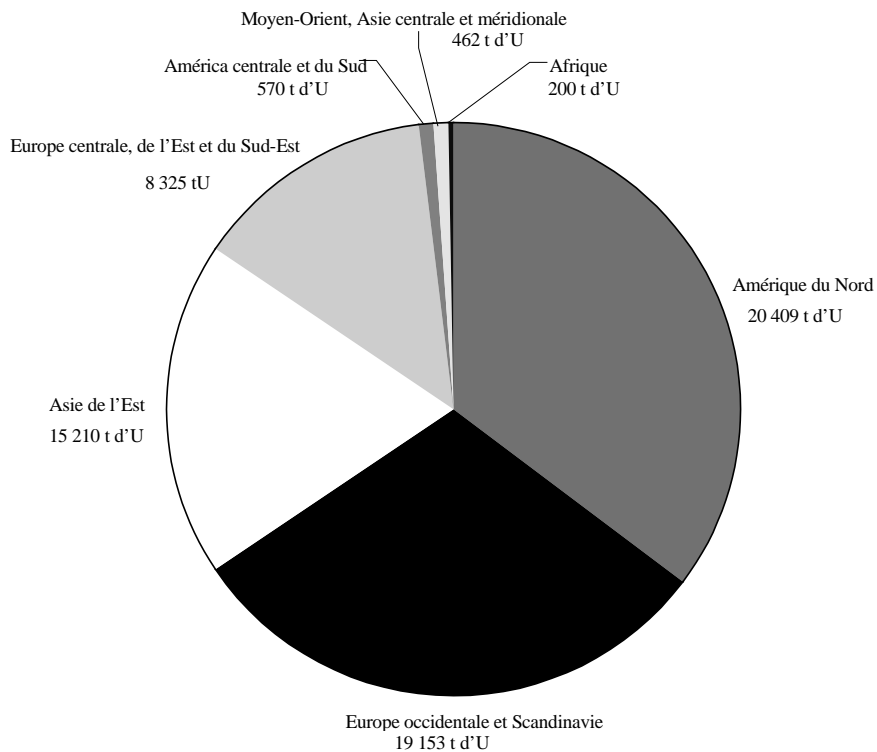


Tableau 15. Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2020
(tonnes d'U)

PAYS	2000	2001	2005	2010		2015		2020	
				Hyp. basse	Hyp. haute	Hyp. basse	Hyp. haute	Hyp. basse	Hyp. haute
Afrique du Sud	200	200	200	210 a)	220 a)	210 a)	270 a)	210 a)	315 a)
Allemagne	3 350	3 200	3 100	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Argentine	120	120	120	95	250	95	205	60	205
Arménie	89	89	89	0	89	0	91	91	180
Bangladesh	0	0	0	0	0	0 a)	0 a)	0 a)	17 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	730 a)	1 050 a)
Brésil	450	450	1 040	470	810	470	810	460 a)	1 980 a)
Bulgarie	840 a)	840 a)	840 a)	550 a)	840 a)	455 a)	650 a)	230 a)	550 a)
Canada	1 800	1 800	1 800	1 800	1 900 b)	1 800	2 800 b)	1 800	3 000 b)
Chine (c)	380	380	1 500	2 200	2 600	3 200	4 100	3 900	4 600
Corée, Rép. de	3 400	2 900	3 000	4 200	4 200	4 300	4 300	4 300	4 300
Corée, RPD	0	0	0	160 a)	325 a)	325 a)	325 a)	325 a)	325 a)
Cuba	0	0	0	0	0	0 a)	105 a)	0 a)	105 a)
Égypte	0	0	0	0	0	0 a)	105 a)	0 a)	105 a)
Espagne	1 400	1 700	1 100	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
États-Unis	20 570	18 420	18 670	17 440	19 740	11 510	15 940	12 150	17 860
Finlande	500	500	500	500	500	500	500	500	500
France	8 879	8 568	8 568	8 168	8 168	8 168	8 168	8 168	8 168
Hongrie	368	311	370	370	370	370	370	370	370
Inde	397	397	397	1 000	1 000	1 327 a)	1 327 a)	820 a)	1 670 a)
Indonésie	0	0	0	0	0	0 a)	155 a)	0 a)	155 a)
Iran	0	0	155	155 a)	155 a)	155 a)	360 a)	155 a)	360 a)
Italie	0	0	0	0	0	0	0	0	510 a)
Japon	7 500	11 100	9 100	11 900	11 900	11 600	11 600	11 600 a)	11 600 a)
Kazakhstan	0	0	0	0	0	0 a)	102 a)	0 a)	102 a)
Lituanie	240	240	240	240	240	0	240	0 a)	240 a)
Malaisie	0	0	0	0	0	0	0	0	100 a)
Maroc	0	0	0	0	0	0 a)	100 a)	0 a)	100 a)
Mexique	187	189	346	173	173	170	170	170 a)	170 a)
Pakistan	65 a)	65 a)	65 a)	90 a)	110 a)	90 a)	90 a)	90 a)	305 a)
Pays-Bas	84 a)	10	0	0	0	0	0	0	0
Philippines	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	100 a)
Pologne	0	0	0	0	0	0 a)	170 a)	0 a)	170 a)
République slovaque	63	63	63	42	84	42	63	21	42
République tchèque	722	512	605	680	690	680	690	680	690
Roumanie	100	100	100	200	300	200	300	300	400
Royaume-Uni	2 250	2 250	2 400	1 850	1 850	1 139	1 139	750 a)	750 a)
Russie, Féd. de	4 000 a)	4 000 a)	5 000 a)	4 000 a)	6 500 a)	3 000 a)	8 000 a)	3 000 a)	10 000 a)
Slovénie	120	120	120 a)	120 a)	120 a)	120 a)	120 a)	120 a)	120 a)
Suède	1 500	1 500	1 500	1 400	1 600	1 400	1 600	1 400	1 600
Suisse	360	375	265	585	585	390	585	390	585
Thaïlande	0	0	0	0	0	0	0	0	100 a)
Turquie	0	0	0	0	0	0	400 a)	0	400 a)
Ukraine	2 200	2 050	2 350	2 500	2 650	2 500	2 650	2 650	2 950
Viêt Nam	0	0	0	0	0	0	120 a)	0	240 a)
TOTAL OCDE	53 983	54 448	52 437	51 658	54 310	44 619	51 045	44 529	53 265
TOTAL MONDE	64 014	64 329	65 923	64 918	71 789	58 036	72 540	58 010	80 249

(a) Estimation du Secrétariat.

(b) Sur la base des analyses de Ressources naturelles Canada.

(c) Les données suivantes sur le Taipei chinois sont incluses dans le Total Monde, mais non dans les totaux pour la Chine : 830 t d'U/an en 2000 et 2001, 1270 t d'U/an en 2005, 1 270 t d'U/an pour les hypothèses basse et haute relatives à 2010 et 2015, et 1 070 t d'U/an et 1 490 t d'U/an respectivement pour les hypothèses basse et haute relatives à 2020.

Figure 10. **Projections de la puissance nucléaire installée jusqu'en 2020**
Projections basses et hautes

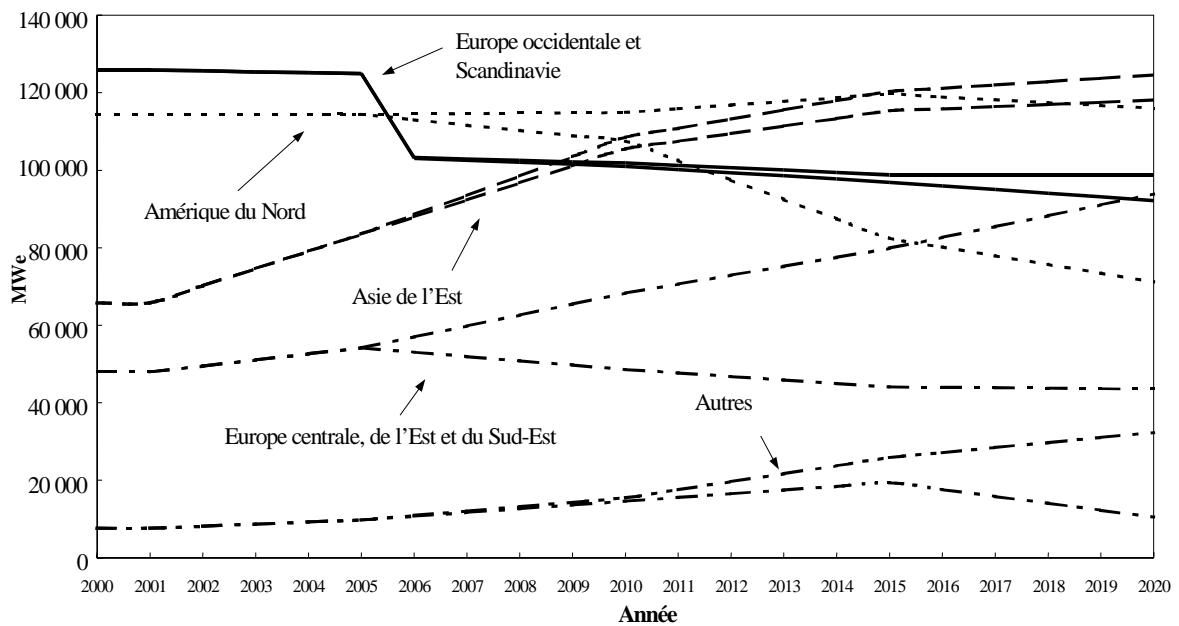
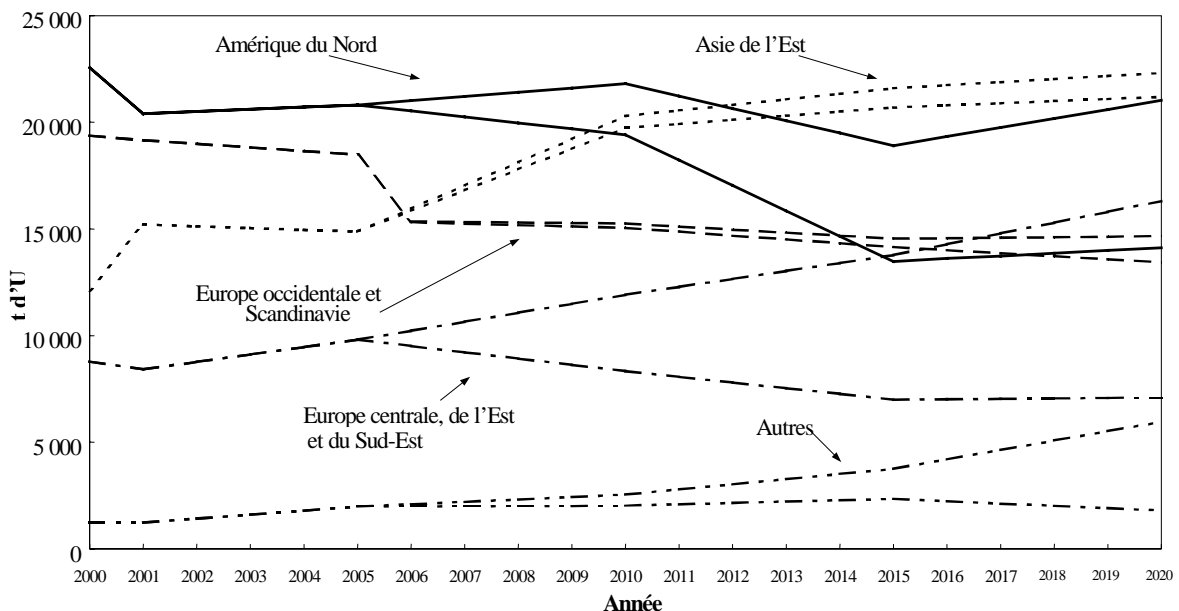


Figure 11. **Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2020**
Projections basses et hautes



OCDE (303,5 GWe nets au 1er janvier 2001). Les pays Membres de l'OCDE détiennent environ 84 % de la puissance nucléaire installée mondiale. On compte au total 12 réacteurs en construction dans les pays de l'OCDE, représentant une puissance d'environ 8,7 GWe. La période comprise entre 1999 et 2000 a été marquée par une amélioration du rendement d'exploitation, plusieurs pays

enregistrant des taux de production record (République de Corée, Espagne, États-Unis, France, Suisse) ; des accroissements de puissance installée par suite de la construction de nouvelles tranches (Corée, Japon, République slovaque, République tchèque) et de l'autorisation d'augmentations notables de la puissance de tranches existantes (États-Unis, Suisse) ; et les prolongations des durées d'exploitation autorisées (États-Unis). Le débat visant la contribution de l'énergie nucléaire à la satisfaction de besoins accrus en énergie dans le respect des engagements en matière d'environnement, s'est révélé un facteur susceptible d'avoir une incidence notable sur l'avenir de l'énergie nucléaire, en particulier en Europe⁴.

Les besoins en uranium des centrales nucléaires dans la zone de l'OCDE, qui ont été de 53 983 t d'U en 2000, devraient être d'environ 54 448 t d'U en 2001.

Amérique du Nord (114,4 GWe nets au 1er janvier 2001). Aux **États-Unis**, la production d'électricité nucléaire a atteint des niveaux record au cours des deux dernières années, avec 753,9 milliards kWh en 2000 faisant suite au précédent chiffre record de 728,1 milliards de kWh enregistré en 1999. En 2000, le facteur de charge annuel net s'est établi à 89,1 %. Deux tendances sont apparues, qui auront des incidences sur les besoins en uranium à court et à long terme : les renouvellements d'autorisations et les augmentations de puissance. En 2000, il a été fait droit aux demandes de renouvellement d'autorisation visant cinq tranches nucléaires, prolongeant la durée d'exploitation de ces installations de 20 ans au-delà des dates de fermeture initialement prévues pour chacune d'elles et cinq demandes supplémentaires ont été reçues. En outre, 28 demandes de plus devraient être soumises d'ici à 2004. Les augmentations de puissance sont une tendance qui a commencé à se faire jour, les autorités réglementaires estimant devoir traiter 46 demandes représentant au total 1,6 GWe d'ici à la fin de 2005. En outre, il est fait état d'un intérêt notable qui se dessine tant de la part des pouvoirs publics que de l'industrie pour le lancement de la construction d'une nouvelle centrale nucléaire ou pour la reprise de la construction interrompue d'une centrale. Au **Canada**, à la suite d'une évaluation indépendante des performances exécutée en 1997, sept réacteurs nucléaires ont été fermés pour rénovation (quatre sur le site de Pickering-A et trois sur celui de Bruce-A). Il est prévu de remettre en service six de ces 7 réacteurs d'ici à 2003 (tous ces réacteurs à l'exception d'un à Bruce-A).

Les besoins annuels de l'Amérique du Nord, qui ont été d'environ 22 557 t d'U en 2000, devraient retomber à 20 409 t d'U en 2001.

Amérique centrale et du Sud (2,8 GWe nets au 1er janvier 2001). Au début de 2001, quatre tranches nucléaires étaient en exploitation dans deux pays de cette région – deux respectivement en Argentine et au Brésil. En 2000, le **Brésil** a enregistré l'achèvement et le couplage au réseau de son deuxième réacteur de puissance, à savoir la tranche 2 de la centrale d'Angra de 1,2 GWe. L'accroissement de la demande d'électricité au Brésil amène à envisager la construction d'une troisième tranche nucléaire, bien qu'une décision ne soit pas attendue avant 2003. Les besoins en uranium de l'Amérique centrale et du Sud s'élevaient à environ 570 t d'U en 2000 et devraient demeurer inchangés 2001.

Europe occidentale et Scandinavie (125,9 GWe nets au 1er janvier 2001). La **France** et la **Belgique** continuent à produire plus de la moitié de leur électricité dans des centrales nucléaires, la part du nucléaire dans la production totale d'électricité de ces pays représentant respectivement plus de 76 % et plus de 56 % en 2000. En 1999, en **France** la tranche 2 de la centrale de Civaux-2 (1 450 MWe) a été couplée au réseau. La **France**, l'**Espagne** et la **Suisse** ont enregistré en 2000 des

4. Voir, par exemple, le *Livre vert de la Commission européenne : Vers une stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique*, (2000), Com(2000)769, du 29 novembre 2000.

chiffres records de production d'électricité nucléaire, plusieurs autres pays se situant à des niveaux proches des maxima précédemment atteints ou égaux à ces derniers. Une éventuelle modification notable de la position de l'énergie nucléaire dans la répartition de la production d'électricité par source dans cette région est peu probable à court terme mais demeure incertaine à plus long terme. La **Commission européenne** [2], la **Belgique** [3], la **Finlande**, la **France** [4] et le **Royaume-Uni** [5] ont effectué ou fait exécuter des examens et des évaluations du rôle de l'électronucléaire dans la satisfaction de demandes croissantes d'énergie dans le respect des engagements en matière d'environnement. La **Suède** maintient son engagement d'abandon progressif de l'énergie nucléaire, encore qu'elle ait différé en 2000 la fermeture prévue de la tranche 2 de la centrale de Barseback jusqu'à ce que des sources de remplacement appropriées de production d'électricité puissent être obtenues. En revanche, des progrès dans la voie de l'abandon progressif du recours à l'électronucléaire en **Allemagne** continuent d'être réalisés, les pouvoirs publics et l'industrie ayant convenu d'une durée de vie maximale pour les centrales et de limites maximales de production. Globalement, la tendance à long terme sera à la baisse dès lors que les plans de l'Allemagne seront pleinement mis en œuvre.

Les besoins en uranium des réacteurs en Europe occidentale et en Scandinavie en 2000 atteignaient environ 19 373 t d'U and devraient légèrement décroître pour s'établir à 19 153 t d'U en 2001.

Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est (48,0 GWe nets au 1er janvier 2001). Les deux dernières années dans cette région ont été marquées par un vif intérêt porté à l'expansion de l'énergie nucléaire. La **Russie** a procédé en 2001 au couplage au réseau de la tranche 1 de la centrale de Rostov (950 MWe net), premier couplage depuis 1993. La Russie envisage d'élargir le recours à l'énergie nucléaire, ayant annoncé des plans visant la construction de plusieurs nouveaux réacteurs parallèlement à d'autres en vue de prolonger la durée de vie de ses anciennes tranches VVER-440. L'**Ukraine** continue d'agrandir notablement son parc nucléaire, avec quatre tranches en construction. En 2000, la tranche 3 de la centrale de Tchernobyl a été définitivement fermée. La **République tchèque** a couplé au réseau le réacteur Temelin-1 (912 MWe net) en 2000, poursuivi la construction de la tranche Temelin-2 (912 MWe net) et annoncé la prolongation de la durée de vie des tranches de sa centrale nucléaire de Dukovany. La **Roumanie** a fait de l'achèvement de la tranche 2 de la centrale de Cernavoda (650 MWe net) une priorité nationale et étudie les perspectives de nouvelles constructions. La **Turquie** a décidé de différer les projets de construction d'une centrale nucléaire d'au moins une dizaine d'années en raison des conditions financières.

Globalement, on compte onze réacteurs en construction dans la région (un dans la République tchèque, un en Roumanie, trois dans la Fédération de Russie, deux dans la République slovaque et quatre en Ukraine) représentant une puissance installée totale de 9,0 GWe net. Les besoins en uranium des réacteurs de cette région s'élevaient en 2000 à environ 8 742 t d'U et devraient décroître pour s'établir à 8 325 t d'U en 2001.

Afrique (1,8 GWe nets au 1er janvier 2001). La puissance nucléaire installée demeure constante in Afrique. Les deux seuls réacteurs du continent se trouvent en **Afrique du Sud**. Cependant, ce pays poursuit activement la mise au point du réacteur modulaire à lit de boulets, qui est un réacteur à haute température refroidi par hélium. Les besoins annuels en uranium des réacteurs avoisinaient les 200 t d'U/an en 2000 et devraient demeurer identiques en 2001.

Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale (2,9 GWe nets au 1^{er} janvier 2001). Cette région a continué d'enregistrer une forte expansion de l'énergie nucléaire depuis plusieurs années. En 2000, quatre réacteurs ont été couplés aux réseaux nationaux dans la région et deux tranches supplémentaires y ont été mises en chantier. En **Inde**, quatorze réacteurs de type commercial sont actuellement en exploitation représentant au total une puissance installée de 2,5 GWe. Deux réacteurs à eau lourde

sous pression (RELP), d'une puissance totale de 900 MWe, sont en construction dans ce pays. En outre, les réacteurs indiens ont enregistré des niveaux de production record en 1999. Le **Pakistan** a couplé au réseau en 2000 la tranche 1 (REP de 300 MWe) de la centrale de Chasnupp. Il a aussi été fait état de plans visant la construction d'une deuxième tranche sur le site de Chasnupp. Deux réacteurs sont en chantier en **Iran**, le démarrage du premier étant escompté en 2002. Des travaux préliminaires de planification en vue de développer l'électronucléaire ont été entrepris au **Bangladesh**, des plans de construction d'une centrale étant annoncés. En outre, la **Ligue arabe** et l'**Égypte** ont manifesté de l'intérêt pour la mise en place de parcs nucléaires. Les besoins en uranium des réacteurs au Moyen-Orient et en Asie centrale et méridionale s'élevaient à environ 462 t d'U en 2000 et devraient demeurer inchangés en 2001.

Asie de l'Est (64,4 GWe nets au 1er janvier 2001). L'Asie de l'Est demeure la région du monde qui connaît la plus forte croissance du nucléaire, avec 17 réacteurs en construction. Le **Japon** compte 52 réacteurs (43,7 GWe nets) en exploitation et trois tranches nucléaires en construction (4,9 GWe nets). Ce pays projette de disposer d'ici 2010 d'un parc de 66 réacteurs en service. Les pouvoirs publics et l'industrie continuent de faire porter leurs efforts sur la mise en place d'une industrie nationale permettant de boucler le cycle du combustible et de commencer à utiliser du combustible MOX dans 16 à 18 réacteurs d'ici à 2010. La **République de Corée** dispose de 16 réacteurs en exploitation (13,7 GWe nets) et compte 4 tranches (3,8 GWe nets) en construction. D'après les plans annoncés, la Corée devrait disposer d'un parc de 26 réacteurs d'ici à 2011. En 2000, la production d'électricité des centrales nucléaires de la Corée a atteint un niveau record. La **Chine** compte trois réacteurs en exploitation (2,1 GWe nets) et huit tranches en construction (environ 6,6 GWe nets), plusieurs autres encore se trouvant aux premiers stades de la planification. Dans la **République populaire démocratique de Corée**, il est projeté de construire deux réacteurs nucléaires de conception occidentale. Les besoins en uranium des réacteurs de la région de l'Asie de l'Est, qui s'établissaient à 12 110 t d'U en 2000, devraient augmenter pour atteindre environ 15 210 t d'U en 2001.

Asie du Sud-Est (0 GWe net). Cette région est actuellement dépourvue de réacteurs de puissance. Cependant, l'**Indonésie**, la **Thaïlande** et le **Viêt Nam** envisagent de construire des réacteurs nucléaires pour faire face à l'accroissement de leur demande d'électricité.

Pacifique (0 GWe net). Cette région est dépourvue de réacteurs de puissance. L'**Australie** ne possède qu'un petit réacteur de recherche. La politique du gouvernement australien interdit de mettre en place un parc électronucléaire, de sorte que la demande nationale d'uranium devrait demeurer nulle. Le gouvernement de la **Nouvelle Zélande** a aussi adopté une politique proscrivant le développement de l'électronucléaire.

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

Les projections de la puissance nucléaire installée et des besoins en uranium des réacteurs sont fondées sur les réponses officielles des États et des pays Membres aux questionnaires qui leur ont été transmis par le Secrétariat. Cependant, pour certains pays qui n'ont pas communiqué d'informations, on s'est servi des projections établies par le Secrétariat de l'AIEA. En raison des incertitudes qui pèsent sur les programmes nucléaires, des projections hautes et basses sont données pour les années 2010, 2015 et 2020, sauf si la réponse officielle contenait une seule valeur.

Monde entier

D'ici à 2020, la puissance nucléaire installée, qui était d'environ 360 GWe nets au début de 2001, devrait, d'après les projections, s'accroître pour atteindre environ 464 GWe nets dans l'hypothèse haute, ou légèrement baisser pour s'établir à environ 334 GWe nets dans l'hypothèse basse. La différence d'évolution mise en lumière par 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 d'environ 29 % de la puissance actuelle, soit un taux de croissance annuel d'approximativement 1,4 % sur la période considérée. La projection basse accuse une réduction nette d'environ 26 GWe d'ici à 2020, correspondant à une baisse de 7 % environ sur la période considérée. Plusieurs facteurs, notamment la priorité accrue susceptible d'être accordée à la sécurité des installations, à la sécurité des approvisionnements et l'importance donnée à l'avenir au rôle de l'énergie nucléaire dans le débat sur le réchauffement de la planète, peuvent avoir une incidence sur ces projections.

Les projections relatives à la puissance nucléaire installée varient considérablement d'une région à une autre (voir figure 10). Le tableau 14 récapitule les projections par pays de la puissance nucléaire installée nette. C'est la région de l'**Asie de l'Est** qui devrait connaître la plus forte croissance à cet égard. D'ici à 2020, le parc nucléaire de cette région devrait s'être enrichi de nouvelles tranches représentant une puissance de l'ordre de 52 GWe à 58 GWe environ (accroissements de 80 à 90 %). L'**Europe centrale et orientale** arrivera en seconde position avec, pour l'hypothèse haute, jusqu'à 45,8 GWe de nouvelle puissance installée d'ici à 2020 (accroissement dépassant 95 %). Parmi les autres régions susceptibles de connaître une croissance de l'électronucléaire figurent le **Moyen-Orient**, l'**Asie méridionale**, l'**Amérique centrale** et du **Sud**, l'**Asie du Sud-Est** et l'**Afrique**. En **Amérique du Nord**, la puissance installée connaîtrait d'ici à 2020 une diminution d'environ 43 GWe dans l'hypothèse basse, et une légère augmentation d'environ 1,6 GWe dans l'hypothèse haute. En **Europe occidentale**, la puissance nucléaire installée devrait baisser avec la mise en œuvre des plans d'abandon progressif du nucléaire en Allemagne. Cependant, les calendriers spécifiques de cet abandon n'ont pas encore été définitivement arrêtés de sorte qu'il est impossible de préciser les prévisions.

Les besoins en uranium des réacteurs au plan mondial, qui s'élevaient en 2000 à 64 014 t d'U, devraient d'ici à 2020 s'accroître dans l'hypothèse haute pour atteindre environ 80 249 t d'U ou décroître dans l'hypothèse basse pour s'établir à environ 58 010 t d'U (voir tableau 15 et figure 11).

À l'instar de la puissance nucléaire installée mondiale, les besoins en uranium seront très contrastés d'une région à une autre (voir figure 11). Contrairement au reste du monde, l'**Amérique du Nord** et la région de l'**Europe occidentale et de la Scandinavie** connaîtront soit une assez grande stabilité, soit une diminution des besoins en uranium d'ici à 2020. On enregistrera la plus forte croissance des besoins en uranium en **Asie de l'Est**, où l'expansion de la puissance nucléaire installée impliquera, par rapport à l'an 2000, un quasi-doublement de ces besoins d'ici à 2020.

Les besoins à court terme des réacteurs sont fondamentalement déterminés par la puissance nucléaire installée ou, plus exactement, par la production d'électricité d'origine nucléaire. Comme on l'a déjà observé, la puissance installée prévue à court terme est en majorité déjà en exploitation, de sorte que les besoins à court terme peuvent être prévus avec davantage de certitude. Parmi les autres facteurs, qui influent sur les besoins à court terme en uranium, figurent : les prolongations de la durée de vie et les mises hors service des centrales, le rendement des centrales, la longueur du cycle du combustible, le taux de combustion ou déchargement du combustible, le rapport entre les prix de

l'uranium naturel et de l'enrichissement⁵, les augmentations de puissance des centrales, et l'importance du retraitement et de l'utilisation de combustible MOX.

Un certain nombre de pays envisagent de construire de nouvelles tranches, ce qui aboutirait à un accroissement de leurs besoins en uranium. Il existe cependant plusieurs facteurs déterminant les décisions de mettre en place de nouvelles centrales nucléaires, en particulier en Europe et en Amérique du Nord, dont il faudra s'assurer, si l'on veut que de nouveaux programmes conséquents de construction soient susceptibles d'être entrepris. Parmi ces facteurs figurent :

- des valeurs projetées stables ou en faible accroissement de la demande d'électricité en charge de base ;
- une mise de fonds initiale importante ;
- le manque de ressources financières suffisantes dans les pays en développement ;
- des problèmes d'adhésion du public ;
- des incertitudes quant à l'évacuation définitive des déchets ;
- la reconnaissance du rôle que joue l'électronucléaire dans le respect des engagements internationaux en matière d'environnement ;
- l'existence d'autres solutions technologiques concurrentielles pour la production d'électricité dans un contexte de plus en plus compétitif.

Alors que ces facteurs ont tendance à retarder la construction de nouvelles tranches, les excellentes performances et la compétitivité économique des centrales existantes, due essentiellement à leurs coûts de production très bas, rendent souhaitable de conserver ces centrales.

Comme cela a été indiqué plus haut, il existe une tendance, en particulier aux États-Unis, à prolonger la durée de vie utile des centrales existantes. À mesure qu'augmente le nombre des prolongations accordées aux centrales, les projections de la demande d'uranium à l'avenir augmenteront également. En 2000, par exemple, la Commission de la réglementation nucléaire [*Nuclear Regulatory Commission*] des États-Unis a fait droit à des demandes de renouvellement des autorisations visant cinq centrales en prolongeant la durée d'exploitation de ces centrales de 20 ans au-delà des dates initiales de fermeture de chacune d'elles et cinq demandes supplémentaires ont été reçues. Il se peut que jusqu'à 28 demandes de plus soient soumises d'ici à 2004 aux États-Unis et, selon toute vraisemblance, la plupart des centrales de ce pays solliciteront en fin de compte le renouvellement de leur autorisation. En outre, la Russie projette de prolonger la durée de vie utile de ses 12 anciennes centrales équipées de VVER-440.

La demande d'uranium est aussi directement déterminée par les modifications des performances des centrales nucléaires et des installations liées au cycle du combustible en place, même si la puissance installée demeure la même. Au cours de la dernière décennie, on a relevé une tendance à l'amélioration des facteurs de disponibilité en énergie et des facteurs de charge des centrales nucléaires dans le monde entier. En 2000, le facteur mondial moyen de disponibilité en énergie des centrales nucléaires a atteint le niveau record de 82,1 % contre 79,2 % en 1998. Il s'agit d'une évolution continue à la hausse depuis 1990, date à laquelle ce facteur était de 72,9 % [6]. Cette

5. Une réduction de la teneur des rejets des usines d'enrichissement de 0,3 % à 0,25 % de ²³⁵U aurait pour effet, tous les autres facteurs étant par ailleurs égaux, de réduire la demande d'uranium d'environ 9,5 % et d'accroître la demande d'enrichissement d'environ 11 %. La teneur de rejet choisie par l'organisme d'enrichissement dépend de nombreux facteurs, notamment du ratio entre les prix de l'uranium naturel et de l'enrichissement.

évolution a été pour une large part influencée par l'accroissement du taux de combustion qui a permis d'espacer davantage les arrêts pour rechargement. De plus, l'efficacité au cours des arrêts a été améliorée, comme le montre la diminution de la durée des arrêts signalée par un certain nombre de compagnies d'électricité. Par exemple, aux États-Unis, la durée moyenne des arrêts pour rechargement, qui était de 76 jours en 1990, a régulièrement baissé pour n'être plus que de 35 jours en 2000, soit une réduction de plus de 50 % [7].

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

L'offre et la demande d'uranium s'équilibrent et il n'y a pas eu de pénurie d'approvisionnements. Il existe plusieurs sources différentes d'approvisionnement dont la plus importante est la production primaire d'uranium qui, au cours de ces dernières années, a couvert quelque 50 à 60 % des besoins mondiaux. Le reste a été satisfait à partir de sources secondaires telles que l'uranium obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi de qualité militaire, le réenrichissement des résidus de traitement, le retraitement du combustible usé ou les stocks (y compris le prélèvement sur les stocks excédentaires des compagnies d'électricité).

La production primaire est inférieure aux besoins depuis 1990. Il existe en l'occurrence un certain nombre de facteurs importants en jeu parmi lesquels l'introduction relativement rapide sur le marché de nouveaux approvisionnements provenant de sources secondaires autres que la production, de même que des transformations profondes au sein du secteur de la production d'uranium. La disponibilité d'informations concernant la quantité d'uranium détenue sous forme de stocks par les compagnies d'électricité, les producteurs et les gouvernements s'est améliorée, ce qui a eu pour effet d'atténuer les incertitudes visant ces stocks. Il subsiste cependant encore des incertitudes sur le volume de ces stocks, en particulier dans la Fédération de Russie et la disponibilité des approvisionnements secondaires provenant d'autres sources.

Depuis l'origine de l'exploitation commerciale de l'électronucléaire au début des années 60 jusqu'au milieu des années 80, la fraction du marché mondial de l'uranium pour laquelle des informations précises étaient disponibles, s'est caractérisée par une production d'uranium dépassant régulièrement les besoins commerciaux (voir figure 12). La cause en était principalement un taux de croissance plus faible que prévu de la production d'électricité d'origine nucléaire et des niveaux élevés de production à des fins militaires. Bien que l'on ne dispose que d'informations limitées, il semble aussi qu'en Europe de l'Est et dans l'ex-Union soviétique, la production a nettement dépassé 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 commercial de l'uranium véritablement mondial. En conséquence, il y a eu une plus grande disponibilité des approvisionnements en uranium en provenance des républiques qui ont succédé à l'ex-URSS, notamment le Kazakhstan, la Fédération de Russie, l'Ouzbékistan et l'Ukraine.

Cette situation de surproduction, qui a persisté jusqu'en 1990 (voir figure 12), parallèlement à la disponibilité de sources secondaires, ont provoqué une chute des prix spot de l'uranium jusqu'en 1994, date à laquelle ils ont atteint leur niveau le plus bas depuis vingt ans. Entre 1990 et 1994, de nombreux secteurs de l'industrie mondiale de l'uranium ont nettement régressé, notamment la prospection, la production et la capacité théorique de production. Sous l'effet conjugué de cette baisse de l'offre et d'une demande croissante d'uranium, ainsi que de la faillite d'une importante société de négoce d'uranium, les prix de l'uranium ont connu un redressement modeste d'octobre 1994 jusqu'au milieu de 1996. Cette tendance s'est toutefois inversée et les prix de l'uranium ont continué de chuter

jusqu'au milieu de l'an 2000. Globalement, la connaissance croissante et mieux documentée de l'existence de stocks et d'approvisionnements abondants a maintenu une pression à la baisse sur les prix de l'uranium.

En 2000, sur les 21 pays producteurs d'uranium, 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 titre de comparaison, 32 pays consomment actuellement de l'uranium dans des centrales nucléaires. La figure 13 montre qu'il n'y a pas correspondance entre les pays producteurs et les pays consommateurs. En 2000, la production mondiale d'uranium (36 112 t d'U) n'a couvert que 56 % environ des besoins mondiaux des réacteurs (64 014 t d'U). Dans les pays Membres de l'OCDE, la production de 2000 (20 894 t d'U) n'a permis de couvrir que 39 % environ de la demande (53 983 t d'U). Le reste des besoins a été satisfait grâce à des sources secondaires, notamment aux stocks civils et militaires, au retraitement de l'uranium et au réenrichissement de l'uranium appauvri.

Sources secondaires d'approvisionnement

Le marché de l'uranium à la fin de l'an 2000 se caractérisait par la disponibilité de sources d'approvisionnement autres que la production primaire, autrement dit de sources secondaires parmi lesquelles figurent :

- les stocks d'uranium naturel et enrichi, d'origine tant civile que militaire ;
- le plutonium issu du retraitement du combustible utilisé des réacteurs ;
- l'uranium produit par réenrichissement des résidus d'uranium appauvris.

Étant donné leur importance pour le marché actuel à court terme, on trouvera ci-après un examen plus détaillé de ces sources.

1. Stocks d'uranium naturel et enrichi

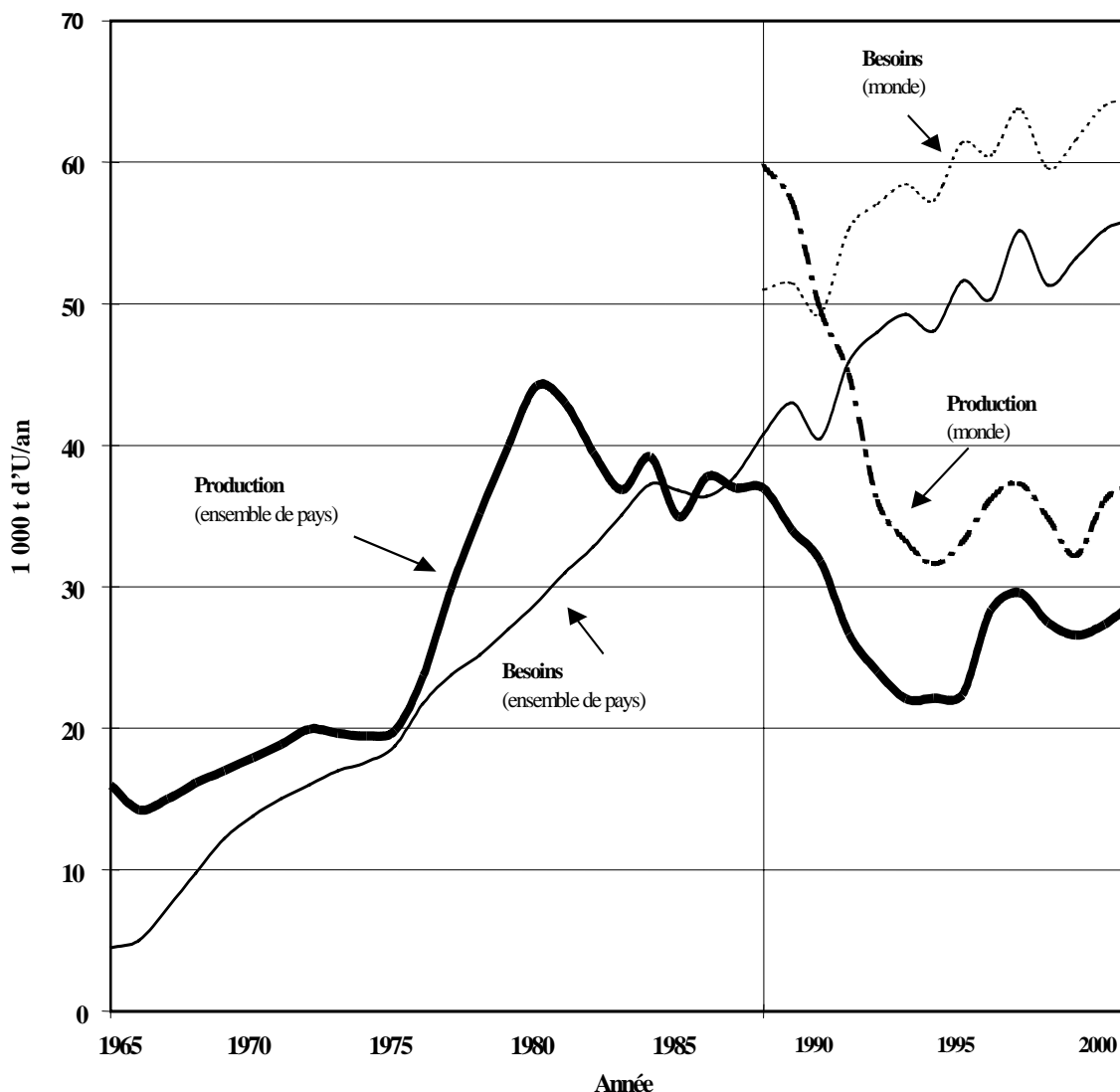
Les prélèvements sur les stocks accumulés constituent une importante source d'approvisionnement. Les stocks civils incluent les stocks stratégiques, la charge en œuvre dans les installations du cycle du combustible et les stocks excédentaires disponibles sur le marché. Peu de pays ont fourni des renseignements 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 deux années de consommation d'uranium naturel ou ont des politiques qui requièrent la constitution de tels stocks stratégiques.

D'après les informations disponibles, il apparaît que les stocks d'uranium sont considérables mais en baisse. Dans son rapport intitulé *The Global Nuclear Fuel Market 2001* (Le marché mondial du combustible nucléaire en 2001) l'Association nucléaire mondiale (WNA) a fait état d'un stock commercial d'uranium à la fin de l'exercice 2000 s'établissant à 140 000 t d'U en baisse par rapport à son estimation de 168 500 t d'U donnée dans son rapport de 1998 [8].

L'Agence d'approvisionnement d'Euratom signale que les exploitants de l'Union européenne ont importé, de 1992 à 2000, plus de 105 400 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, 43 100 t d'U ont été livrées à des compagnies d'électricité de l'UE, ce qui laisse

un excédent de 62 300 t d'U. Pourtant, depuis 1996, les importations ont régressé, évoluant davantage en rapport avec les livraisons aux compagnies d'électricité. Il a été conclu que « les stocks totaux d'uranium naturel dans l'UE se sont notablement accru au cours de la période 1992-97 mais ont commencé à décroître légèrement en 1998-1999 ; cette tendance s'est maintenue en 2000 » [9]. Compte tenu du niveau de la production au Kazakhstan, en Ouzbékistan et dans les autres NEI au cours de la période considérée, les importations de l'UE doivent, pour une large part, avoir été d'origine russe.

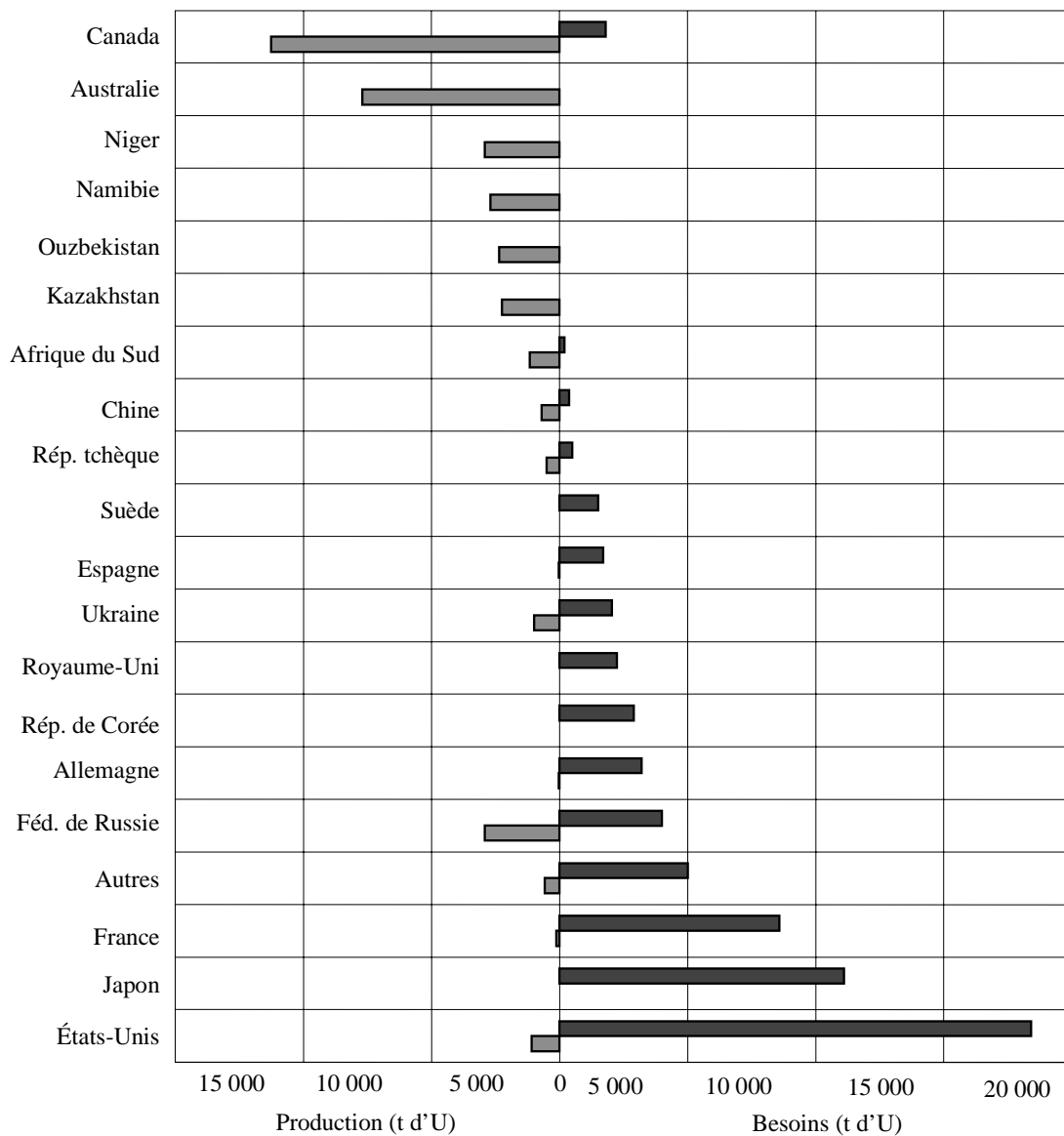
Figure 12. **Évolution de la production et de la demande d'uranium dans un ensemble de pays* (1965-2001) et dans le monde (1988-2001)**



* L'ensemble des pays considérés exclut les pays suivants : Bulgarie, Chine, Cuba, Hongrie, Kazakhstan, Mongolie, Ouzbékistan, ex-RDA, Roumanie, Fédération de Russie, Slovénie, République tchèque (et États antérieurs), Ukraine, ex-URSS, et Yougoslavie.

Note : Avant la fin des années 80, les chiffres relatifs à la production et aux besoins d'uranium d'un certain nombre de pays, notamment l'ex-Union soviétique, l'Europe de l'Est et la République populaire de Chine n'étaient pas officiellement notifiés au Secrétariat, ni estimés par ce dernier. À partir de 1988, des informations suffisantes ont été soumises officiellement ou disponibles à partir d'autres sources pour permettre une estimation mondiale de la production et des besoins.

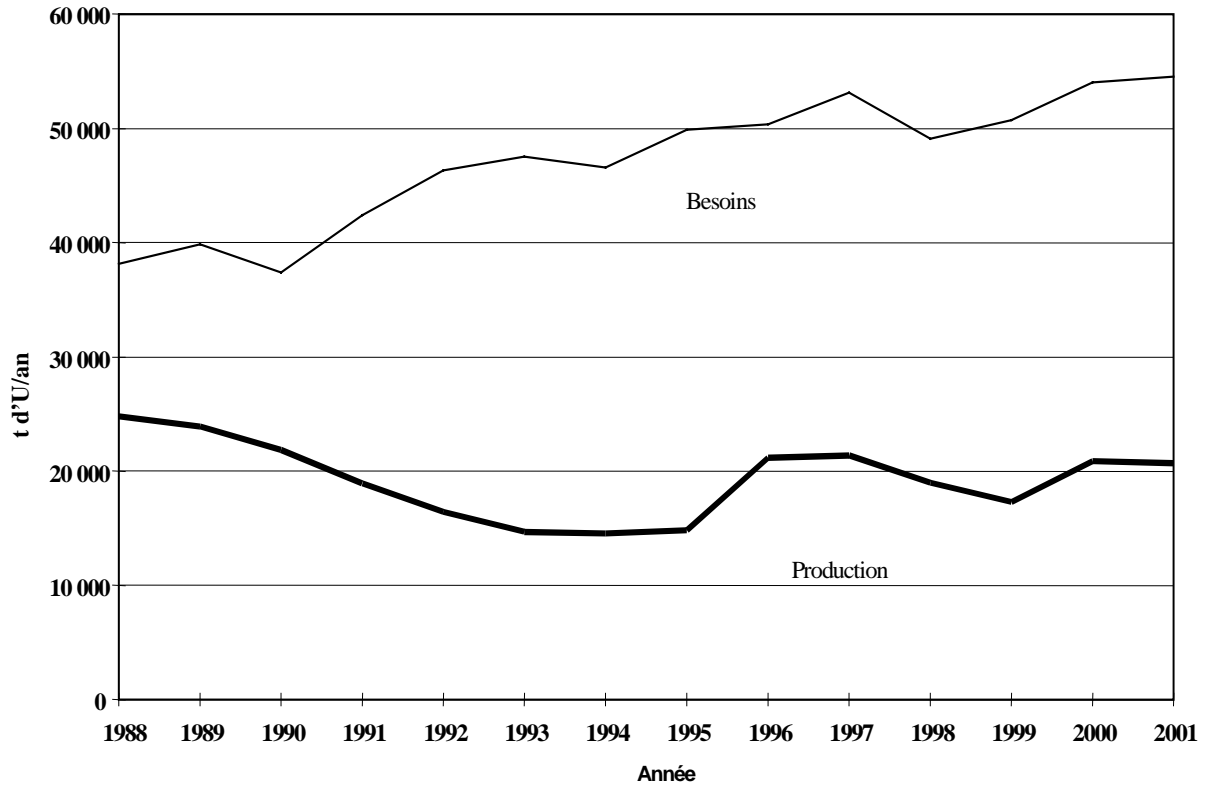
Figure 13. **Estimations de la production d'uranium et des besoins des réacteurs pour 2001**



« Autres » producteurs : Brésil, Hongrie, Inde, Pakistan, Portugal, Roumanie.

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

Figure 14. Production et demande d'uranium des pays de l'OCDE*



* Les chiffres de production pour 2001 sont des estimations.

Aux États-Unis, les stocks d'uranium de tous les types ont diminué en fin d'exercice, passant de 52 500 t d'U environ en 1998, à 48 890 t d'U environ en 1999, puis à 43 210 t d'U environ en 2000 [10]. Les stocks d'uranium naturel du Gouvernement des États-Unis se sont accrus passant d'environ 9 410 t d'U en 1998 à environ 20 410 t d'U en 1999 et se sont maintenus à ce niveau jusqu'à la fin l'an 2000. Le Gouvernement des États-Unis ne conserve plus de stocks d'uranium enrichi, les ayant transférés à la société USEC Inc. en 1997 dans le cadre du processus de privatisation.

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 encore été officiellement notifiées.

En plus des stocks civils, d'importantes quantités d'uranium détenues par le secteur militaire, tant aux États-Unis que dans la Fédération de Russie, deviennent disponibles en vue d'applications commerciales, ce qui a une incidence considérable sur le marché. L'uranium hautement enrichi (UHE) et l'uranium naturel détenus sous diverses formes par le secteur militaire pourraient représenter au total quelques années d'approvisionnements en équivalent d'uranium naturel pour les applications commerciales. Alors que le rythme auquel ces matières peuvent être introduites sur le marché civil est encore incertain, des faits nouveaux contribuent à réduire cette incertitude. On devrait voir apparaître sur le marché civil d'ici à 2013 d'importantes quantités d'uranium issues de la transformation de l'armement nucléaire par suite des contrats d'achat passés entre des sociétés occidentales et les gouvernements des États-Unis et de la Fédération de Russie.

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 visant le traitement final de l'uranium hautement enrichi issu de l'armement nucléaire [*The Agreement between the Government of the United States and the Government of the Russian Federation Concerning the Disposition of Highly Enriched Uranium from Nuclear Weapons*], ultérieurement couramment dénommé « l'Accord sur l'UHE russe ». Aux termes de cet accord, les États-Unis devaient acheter 500 t d'U ou d'UHE russe sur une période de 20 ans à des prix négociés chaque année. L'appauvrissement par mélange de l'UHE en uranium faiblement enrichi (UFE) est effectué en Russie. L'agent exécutif du gouvernement des États-Unis est la Société d'enrichissement des États-Unis [*United States Enrichment Corp – USEC*]. Après révision, le calendrier de livraison prévoyait 6 t d'U en 1995, 12 t d'U en 1996, 18 t d'U en 1997, 24 t d'U en 1998, et 30 t d'U par an en 1999 et les années suivantes. En 1999, l'USEC a commandé 898 t d'U (issues d'environ 31 t d'UHE). Ce chiffre incluait 9,5 t d'UHE qui ont été commandées mais différées en 1998, les livraisons ayant été suspendues par la Russie et n'ayant repris qu'en mars 1999. Les livraisons différées de 1998 n'ont été exécutées qu'en juin 1999, et les livraisons de 1999 ont alors débuté en juillet de cette année.

En 1999, étant donné l'état déprimé du marché de l'uranium, les livraisons commandées par l'USEC à prix fixe conformément à l'accord, applicable depuis novembre 1996, se situaient au-dessus du prix du marché de l'époque. En conséquences, des négociations ont alors été entamées avec la Russie en vue d'adopter un barème de prix fondé sur le jeu du marché, et MINATOM et TENEX se sont engagés à rechercher un dispositif de fixation des prix qui soit mutuellement acceptable.

Les livraisons globales d'uranium naturel à l'USEC aux termes de l'accord avec la Russie s'élevaient, à la fin de 1999, à 24 484 t d'U au total, dont 16 520 t d'U ont été transférées au Ministère de l'énergie des États-Unis [*Department of Energy – DOE*] et 7 964 t d'U naturel ont été offertes à l'achat par Cameco-Cogéma-Nukem et la société de Services et approvisionnements nucléaires mondiaux [*Globe Nuclear Services and Supply – GNSS*], ou pouvaient être renvoyées en Russie.

En mai 2000, l'USEC et TENEX sont parvenus à un accord de principe en vue d'amender le contrat sur l'UHE et d'adopter des modalités de paiement fondées sur le jeu du marché pour l'année civile 2002. L'USEC achètera, au cours des années 2002-2004, des quantités supplémentaires en sus des 30 t d'U par an stipulées dans l'accord primitif, afin de compenser le déficit des livraisons de 9 t d'U que la Russie n'avait pas assurées les années précédentes. L'exécution de ce nouvel accord exige l'approbation du Gouvernement des États-Unis.

Aux termes de l'Accord sur l'UHE russe, de 1994 au 30 juin 2001, 3 575 t d'UFE obtenues à partir de 122 t d'UHE russe ont été livrées à l'USEC. Cette quantité représente environ 24 % des 500 t d'UHE primitives couvertes par l'accord dit des « Mégatonnes aux Mégawatts », et équivaut à quelque 4 880 ogives nucléaires.

En mars 1999, les États-Unis et la Fédération de Russie ont signé un accord intergouvernemental en vue de faciliter le retour en Russie de certaines quantités de la composante uranium naturel des expéditions russes d'UFE obtenu à partir d'UHE. Le DOE doit également acheter la composante uranium naturel de ces expéditions russes d'UFE de 1997-1998, acceptant de ne pas mettre ces matières sur le marché pendant une période de 10 ans. Parallèlement la Russie a également signé un contrat à long terme au prix du marché portant sur la vente de la composante uranium naturel des expéditions d'UFE obtenues à partir d'UHE à un consortium Cameco-Cogéma-Nukem.

Uranium hautement enrichi d'origine américaine

Les États-Unis se sont engagés à assurer le traitement final d'environ 174 tonnes d'excédents d'UHE, plus de 155 tonnes devant, selon les plans, être appauvries par mélange pour être utilisées en tant que combustible en uranium faiblement enrichi dans des réacteurs de recherche et commerciaux. Environ 15 tonnes de cet UHE, sous forme d'hexafluorure d'uranium, ont déjà été converties. Le reste sera converti au cours des prochaines années, approximativement d'ici à 2015. 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. Environ 48 tonnes d'UHE seront transférées à l'USEC pour appauvrissement par mélange en UFE, ce transfert devant être achevé d'ici à 2005.

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'UFE obtenu par mélange à partir des excédents américains d'UHE. On estime que ce programme avec la TVA porte sur environ 38 tonnes d'UHE. L'UFE en question est considéré comme « non conforme » car sa teneur en ^{236}U dépasse les limites prévues pour le combustible nucléaire commercial. La TVA compte pouvoir utiliser l'UFE non conforme obtenu à partir de l'UHE d'origine américaine pour alimenter ses réacteurs nucléaires d'ici à 2003.

Une quantité supplémentaire de 25 tonnes d'UHE continuera de faire l'objet de l'application des garanties de l'AIEA jusqu'à ce qu'elle soit appauvrie par mélange en vue de fabriquer du combustible pour réacteurs de recherche, alors que 31 tonnes d'UHE ne sont pas encore prêtes à être éliminées et ne font pas encore l'objet de plans définitifs.

Plutonium

Le 4 janvier 2000, le DOE a annoncé sa décision d'assurer le traitement final de quelque 50 tonnes de plutonium excédentaire par immobilisation de quantités pouvant atteindre 17 tonnes et l'utilisation de quelque 33 tonnes sous forme de combustible MOX. Il est prévu qu'une installation de fabrication de combustible MOX située près d'Aiken, en Caroline du Sud, produira à partir de 2007 du combustible de ce type destiné à être irradié dans trois réacteurs commerciaux titulaires d'autorisations spéciales. Il s'agit de la centrale nucléaire de Catawba près de York, en Caroline du Sud, de la centrale de McGuire près de Huntsville, en Caroline du Nord et de la centrale de North Anna près de Mineral, en Virginie. Les 33 tonnes de Pu permettraient de produire du combustible MOX, qui remplacerait environ 6 500 t d'U (équivalent d'U naturel), soit environ 2 à 3 % des besoins totaux estimés des réacteurs américains pour la période 2007-2022.

Aux termes d'un accord signé en septembre 2000 entre les États-Unis et la Fédération de Russie, chaque pays transformera, au cours des 25 prochaines années, 34 tonnes de plutonium de qualité militaire de manière à les rendre inutilisables dans des armements nucléaires. Alors que les États-Unis projettent de convertir une partie de ce plutonium en combustible et d'évacuer le reste dans des formations géologiques, la Russie prévoit de transformer en combustible la totalité des 34 tonnes.

L'accord prévoit un financement international massif, les États-Unis versant notamment au moins 200 millions d'USD en vue de la construction d'installations destinées au stockage et à la récupération du plutonium, mais certains coûts supplémentaires pourraient en retarder la mise en œuvre.

La Russie doit adapter ses centrales nucléaires pour pouvoir utiliser le combustible MOX à base de plutonium, ou vendre ce combustible à d'autres pays. Elle n'aura pas la possibilité de brûler le combustible MOX assez rapidement dans ses propres réacteurs VVER pour respecter le calendrier qui

aurait la préférence des États-Unis. Le leasing de ce combustible pour utilisation dans des réacteurs d'Europe occidentale déjà autorisés à brûler du combustible MOX permettrait à la Russie de respecter le calendrier préférentiel de même que de collecter des fonds afin de faciliter l'exécution du programme de traitement final. La Russie serait obligée de rapatrier le combustible MOX usé.

Un groupe international spécial du G-8 a étudié le financement par des pays donateurs d'une installation de fabrication de combustible MOX. La Compagnie britannique des combustibles nucléaires BNFL serait à même d'aider la Russie à convertir le plutonium en combustible MOX, si les plans de la Russie visant le rachat des installations de la société Siemens AG à Hanau, en Allemagne ne se concrétisaient pas.

Étant donné la longueur des délais et les quantités en jeu, cette source secondaire peut ne pas avoir une incidence aussi marquée sur le marché que les matières obtenues à partir de l'uranium hautement enrichi.

2. Uranium produit par retraitement et recyclage des combustibles usés des réacteurs

Une autre source de matière fissile, susceptible de revêtir de l'importance, est constituée par les composants du combustible usé provenant des réacteurs de puissance. 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 nucléaire 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 [11]. À ce jour, aucun pays n'a autorisé la création d'un stockage définitif dans des formations géologiques pour le combustible irradié. Ce combustible est, pour l'essentiel, encore entreposé sur les sites des réacteurs dans des piscines spéciales. Des pays comme l'Allemagne, la Belgique, la Corée, la France, le Japon, le Royaume-Uni, la Fédération de Russie, et la Suisse considèrent le combustible irradié comme une source d'énergie nationale. Dans certains d'entre eux, l'utilisation de matières recyclées est une réalité. Dans le monde entier, 32 réacteurs sont autorisés à utiliser du combustible MOX, et il existe en Belgique, en France et au Royaume-Uni des installations où l'on fabrique ce type de combustible, le Japon ayant aussi entrepris d'en construire [12].

L'utilisation de combustible MOX améliore le rendement global du cycle du combustible, mais elle n'a pas encore modifié de façon spectaculaire la demande mondiale d'uranium, car les quantités en jeu sont encore assez faibles. L'AIEA a estimé que cette source d'approvisionnement a pu représenter un apport atteignant 3 500 t d'U en 2000 et pourrait fournir jusqu'à 4 000 et 5 000 t d'U (en équivalent d'uranium naturel), respectivement en 2005 et 2010 [13]. Il convient de noter que ces chiffres d'approvisionnements obtenus à partir du retraitement se fondent sur des projections des capacités théoriques de fabrication du combustible MOX établies par l'AIEA. Il s'agit donc d'un niveau maximal d'utilisation. L'Agence d'approvisionnement d'Euratom signale que le recours au combustible MOX en l'an 2000 dans l'Union européenne n'a réduit les besoins en uranium naturel que d'une quantité estimée à 1 100 t d'U [9], alors que les besoins totaux en uranium de l'Europe occidentale et de la Scandinavie se sont élevés à 19 373 t d'U. Cela représente aussi, à l'heure actuelle, la consommation mondiale totale de combustible MOX, car l'utilisation de ce combustible se limite à l'Europe, encore que le Japon demeure déterminé à en introduire l'usage dans 16 à 18 de ses réacteurs d'ici à 2010.

3. *Uranium produit par réenrichissement des résidus d'uranium appauvri*

Les stocks mondiaux d'uranium appauvri représentent une importante réserve d'uranium qui peut se substituer à la production primaire d'uranium. Le recours au réenrichissement de l'uranium appauvri est tributaire de facteurs économiques. À compter de 1999, le réenrichissement n'était rentable que dans des installations d'enrichissement par centrifugation qui disposaient d'une capacité de réserve et où les coûts d'exploitation étaient faibles. En 1999, le stock d'uranium appauvri de 1,2 million de t d'U (teneur de rejet admise de 0,3 % de ²³⁵U) pouvait fournir jusqu'à 452 000 t d'U d'équivalent d'uranium naturel⁶. Cette quantité serait suffisante pour assurer environ sept années d'exploitation des réacteurs nucléaires du monde entier au niveau des besoins en uranium de l'an 2000.

Les livraisons de résidus réenrichis représentent une importante source d'uranium pour l'Union européenne. Ayant débuté dans ces pays en 1997, elles sont demeurées une source restreinte jusqu'à la fin de 1998 (<1 % des approvisionnements totaux) mais se sont accrues depuis. En 2000, quelque 1 100 t d'U sous forme d'uranium réenrichi ont été livrées aux compagnies d'électricité, représentant presque 7 % du combustible chargé dans les réacteurs cette année là [9]. En outre, l'Agence d'approvisionnement d'Euratom a passé quatre nouveaux contrats d'approvisionnement portant sur la livraison d'environ 600 t d'U sous forme de résidus réenrichis au cours de la période 2001-2005 [9].

Certains faits laissent penser que des résidus réenrichis sont fournis à des utilisateurs en dehors de l'Union européenne (et en dehors des États-Unis en raison de restrictions aux échanges).

Évolution du marché de l'uranium

Les politiques menées par les États-Unis et la Communauté européenne visant les ventes d'uranium produit dans les Nouveaux États indépendants (NEI) 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 1998, des accords ont été passés avec le Kazakhstan, le Kirghizistan, l'Ouzbékistan et la Fédération de Russie 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 initial passé avec la Fédération de Russie stipulait que, sous réserve de respecter un contingent spécifique, à toute importation d'uranium ou d'unité de travail de séparation (UTS) d'origine russe lors d'une transaction sur le marché américain doit correspondre l'achat d'une quantité équivalente d'uranium nouvellement produit aux États-Unis ou d'UTS d'origine américaine. Le ratio précédent était de 1:1 pour l'uranium naturel d'origine américaine et russe.

6. Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, *Gestion de l'uranium appauvri* (2001), Paris, France. Ce total est obtenu en partant de l'hypothèse que 1,2 million tonnes d'U ayant une teneur de 0,3 % seraient réenrichies pour produire 336 000 t d'U d'équivalent d'uranium naturel, laissant 864 000 t d'U de résidus secondaires ayant une teneur de 0,14 %. Ces résidus secondaires pourraient alors être aussi réenrichis fournissant 106 000 t d'U (équivalent uranium naturel) supplémentaires, laissant 758 000 t d'U de résidus tertiaires ayant une teneur de 0,06 %.

Au début de 1999, le Kazakhstan a demandé qu'il soit mis fin à son accord suspensif visant les importations d'uranium. Par suite de l'examen ultérieur du cas de ce pays auquel il a fallu procéder, une décision négative a été rendue en juillet 1999 visant le Kazakhstan, signifiant que des importations illimitées d'uranium en provenance de ce pays n'étaient pas susceptibles d'entraîner un préjudice important pour l'industrie américaine de l'uranium.

En août 1999, le gouvernement des États-Unis a procédé à un nouvel examen pour déterminer si la cessation des enquêtes aux termes des accords suspensifs concernant l'uranium en provenance de l'Ouzbékistan et de la Fédération de Russie et la révocation de l'ordonnance d'imposition de droits antidumping frappant l'uranium en provenance d'Ukraine étaient susceptibles de conduire à la persistance ou à la récurrence d'un préjudice important. Cet examen a abouti, en août 2000, à la décision suivant laquelle la cessation des enquêtes aux termes des accords suspensifs concernant l'uranium en provenance de Russie serait susceptible de conduire à la persistance ou à la récurrence d'un préjudice important aux États-Unis. Il a toutefois été statué que la révocation de l'ordonnance d'imposition de droits antidumping frappant l'uranium en provenance de l'Ouzbékistan et de l'Ukraine ne serait pas susceptible de conduire à la persistance ou à la récurrence d'un préjudice important aux États-Unis dans un délai raisonnablement prévisible.

Cadre d'action dans l'Union européenne

L'Agence d'approvisionnement d'Euratom, instituée par le Traité Euratom (Chapitre VI) doit, par une politique commune d'approvisionnement, faire en sorte que tous les utilisateurs de la Communauté européenne (CE) 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 [14].

Pour assurer cet approvisionnement régulier et fiable, l'Agence a pour politique d'éviter une trop grande dépendance de l'Union européenne (UE) à l'égard d'une source unique (diversité des sources), et de faire en sorte que les transactions s'effectuent à des conditions proches de celles du marché afin d'éviter une rupture d'approvisionnement au cas où ces sources se trouveraient réduites pour des raisons politiques ou autres. Cette politique ne fait pas intervenir un système de limitations quantitatives des importations, mais plutôt l'exercice par l'Agence de son droit exclusif en vertu du Traité de passer des contrats de manière à garantir la sécurité à long terme des approvisionnements.

Dans la pratique :

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

Depuis 1998, Euratom surveille de près la façon dont sont introduites sur le marché les matières issues de deux sources secondaires, à savoir de la composante uranium naturel du contrat relatif à l'uranium hautement enrichi conclu entre la Fédération de Russie et les États-Unis, ainsi que du réenrichissement dans la Fédération de Russie des résidus provenant des usines d'enrichissement des pays de la Communauté européenne.

Comme ces arrangements sont censés améliorer la stabilité et la prévisibilité du marché, Euratom s'est félicité de l'accord signé le 24 mars 1999 entre les États-Unis et la Fédération de Russie, de même que du contrat connexe passé entre MINATOM et les fournisseurs occidentaux d'uranium (l'entreprise canadienne Cameco, le français Cogéma 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 naturel de l'uranium hautement enrichi (UHE) (9 000 t d'U par an), le reste devant être soit vendu dans les limites des contingents américains, soit stocké, soit encore utilisé à des fins de 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'UHE 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 [15], 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 l'UE. D'après les prévisions d'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 à des utilisateurs de l'UE et le reste est exporté. Euratom suit de près les incidences des ventes de résidus appauvris réenrichis, et reverra, si nécessaire, sa politique en la matière. L'Agence envisage de modifier sa politique dans un sens permettant de poursuivre les achats par les compagnies d'électricité de l'UE d'uranium naturel nouvellement produit en provenance du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan.

La politique d'Euratom⁷ a été confirmée sans ambiguïté par le Tribunal européen de première instance et par la Cour de justice dans l'affaire Kernkraftwerke Lippe-Ems [16]. 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 a rappelé les tâches et la mission d'Euratom et insisté sur son importante marge d'appréciation. 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 des dispositions de l'article 14 de l'accord conclu en 1989 entre l'UE et l'URSS [17] et le risque que le fait de permettre à une compagnie individuelle d'acquérir un montant supérieur à la part à laquelle elle a droit, revienne à lui conférer une position privilégiée, ce qu'interdit l'article 52 du Traité Euratom.

Transactions sur le marché spot

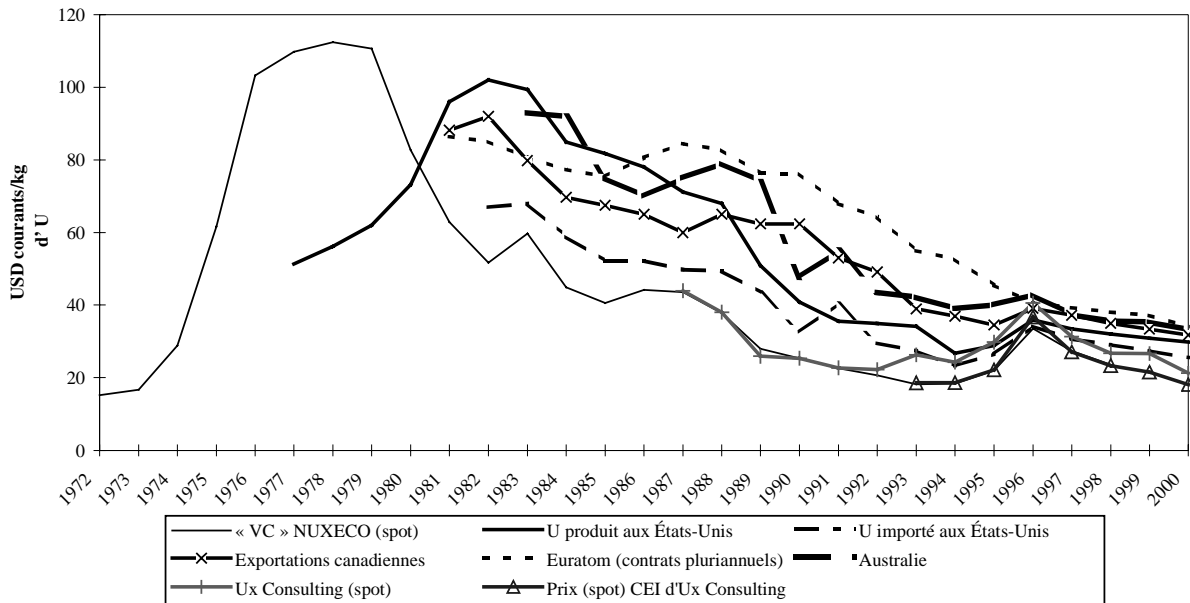
Bien que le marché spot de l'uranium représente une fraction relativement faible de l'ensemble des transactions annuelles visant l'uranium dans le monde entier, il demeure néanmoins un indicateur important du marché général de l'uranium.

Certaines autorités nationales et internationales (celles d'Australie, du Canada, des États-Unis et de l'Union européenne, par exemple) communiquent des indicateurs de prix spot qui reflètent assez bien les tendances des prix dans les contrats à terme. En outre, des entreprises du secteur, telles que la société Ux Consulting Company LLC (UxC) et d'autres, publient régulièrement des indicateurs de

7. Au niveau politique, voir les déclarations au Parlement européen citées dans l'Édition de 1997 du *Livre rouge*, p. 84. Voir aussi Commission européenne, *Livre vert : Pour une politique énergétique de l'Union européenne* (1995), et *Livre blanc : Une politique de l'énergie pour l'Union européenne* (1995).

prix spot applicables aux livraisons immédiates ou à court terme. La figure 15 montre l'évolution des prix moyens de l'uranium à la livraison donnés par diverses sources et fait apparaître nettement la baisse générale des prix observée dans le monde entier depuis 1982.

Figure 15. Évolution des prix de l'uranium



Notes:

- 1) Les prix donnés par NUEXCO 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: Australie, Canada, Euratom, États-Unis, NUEXCO (TradeTech), Nukem, Ux Consulting Company, LLC.

Perspectives jusqu'en 2020

La demande d'uranium à court terme dépend de la puissance nucléaire installée. Il existe certes des incertitudes quant aux modifications potentielles de la puissance nucléaire installée mondiale, mais les besoins à court terme en uranium sont assez prévisibles. La plupart des centrales nucléaires qui, d'après les projections, seront en place en 2020, sont déjà en service ou en chantier ; les délais de construction et de réalisation de nouvelles tranches dans certains pays ne sont entachés que d'un degré limité d'incertitude. Les activités de constructions nouvelles demeurent importantes en Asie de l'Est, et dans les régions du Moyen-Orient, de l'Asie centrale et méridionale. De nouvelles constructions notables sont également projetées en Europe centrale, orientale et méridionale. Certains éléments laissent penser que de nouvelles constructions pourraient démarrer en Amérique du Nord d'ici à 2020. En revanche, en Europe occidentale et en Scandinavie, il semble qu'il y aura un amoindrissement du parc nucléaire à mesure que l'abandon progressif de l'électronucléaire projeté par l'Allemagne sera pleinement mis en œuvre, bien qu'il doive être compensé pour une part par des constructions dans d'autres parties de cette région.

Des améliorations et des modifications de la technologie des réacteurs nucléaires peuvent aussi influencer sur les besoins, encore qu'il faudra probablement du temps pour que cette incidence soit importante. La tendance à accroître le taux de combustion du combustible tend à réduire les besoins en uranium. Par exemple, un relèvement du taux de combustion de 40 à 50 GWj/t d'U réduit les besoins en uranium de 4 à 5 % [18]. Cette amélioration de la technologie a amorcé une tendance à prolonger la période entre les rechargements, ce qui, parallèlement à la tendance à raccourcir la durée des arrêts, a

permis aux facteurs de disponibilité de s'accroître notablement au cours de la dernière décennie. Or, cela tend à augmenter les besoins en uranium, car les réacteurs fournissent davantage d'électricité. La tendance à relever les niveaux de puissance et à prolonger la durée de vie des réacteurs en exploitation par divers moyens entraîne aussi des besoins accrus en uranium.

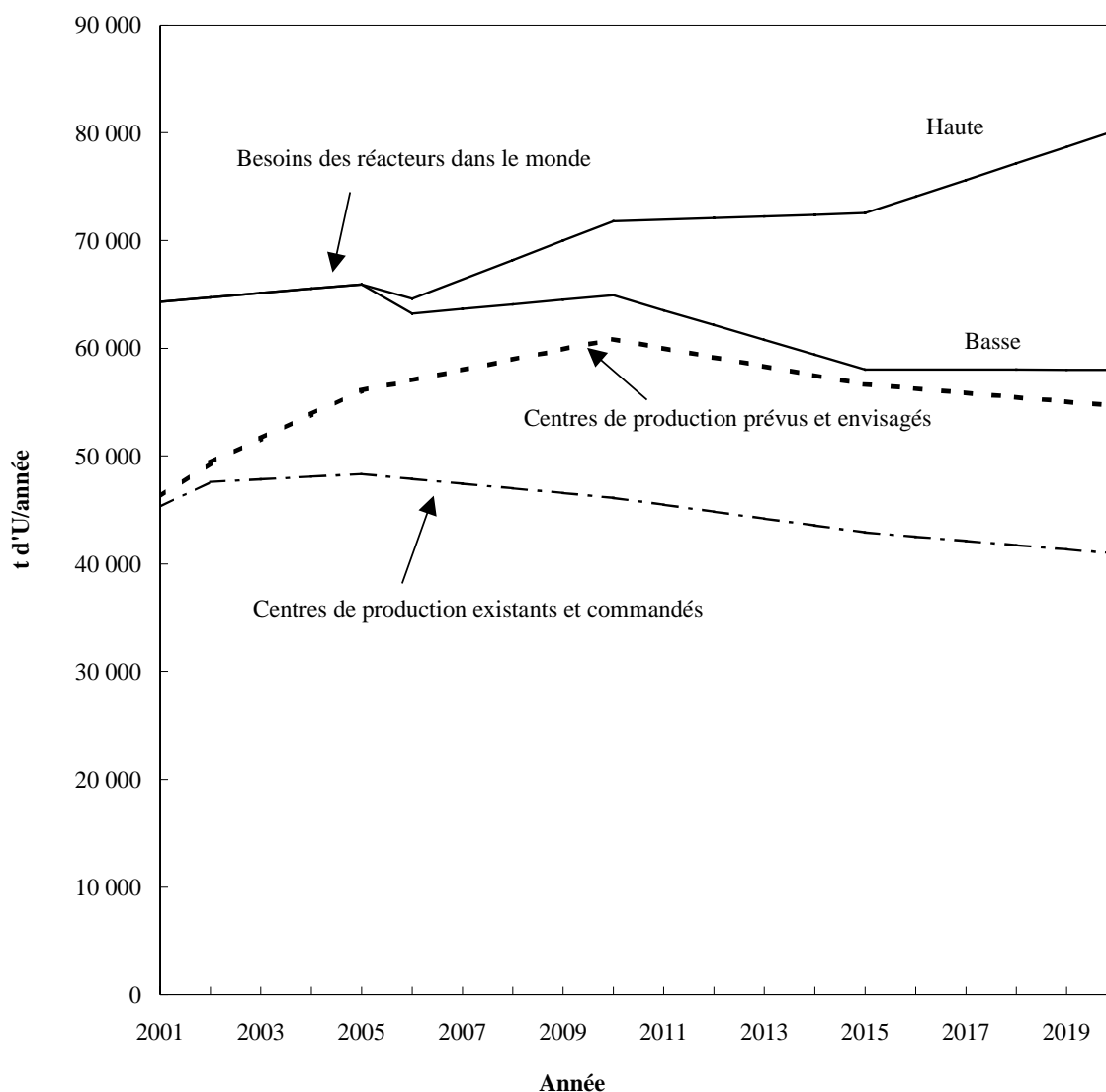
Le marché de l'uranium à moyen terme demeure incertain en raison d'un manque d'information sur la nature et l'importance des approvisionnements provenant de sources secondaires. La disponibilité croissante d'approvisionnements provenant de la conversion des matières fissiles des ogives nucléaires, conjointement aux augmentations récentes des stocks commerciaux, laisse supposer la persistance d'un marché engorgé à bas prix. La faiblesse des prix est à l'origine d'une réduction des activités de prospection et de production et d'une dépendance croissante à l'égard des sources secondaires d'approvisionnement. Cette situation fait reculer les perspectives d'un redressement du marché à court terme.

La faiblesse des prix de l'uranium a eu un retentissement sur le secteur de la production, entraînant des concentrations, des fermetures de mines, et l'ajournement d'investissements et de projets. Il faut s'attendre à ce que la production et la prospection demeurent faibles tant qu'il n'y aura pas de raisons suffisantes permettant de penser que les sources secondaires d'approvisionnement, en particulier les stocks, sont en voie d'épuisement, ou que de nouveaux besoins notables se font jour. Cependant, étant donné la longueur des délais requis pour accroître la production primaire, il existe un risque de déséquilibre entre l'offre et la demande. De meilleures informations sur la nature et l'importance des stocks mondiaux d'uranium et d'autres sources secondaires sont nécessaires pour pouvoir disposer des prévisions plus précises qui permettraient de prendre en temps opportun les décisions requises en matière de production.

Comme le montre la figure 16, la capacité théorique de production de tous les pays producteurs, établie sur la base des centres de production EXISTANTS, COMMANDÉS, PRÉVUS et ENVISAGÉS alimentés en RRA et RSE-I récupérables à un coût inférieur ou égal à 80 USD/kg d'U, ne permet pas de satisfaire les besoins mondiaux futurs en uranium dans l'hypothèse tant basse que haute. Ainsi, à court terme, les sources secondaires, autrement dit les stocks commerciaux excédentaires, les livraisons prévues d'UFE obtenu à partir de l'UHE des ogives nucléaires, le réenrichissement des résidus appauvris et le retraitement du combustible usé, sont nécessaires pour assurer des approvisionnements appropriés.

À plus long terme, à partir de 2020 environ, lorsque les sources secondaires d'approvisionnement seront retombées à des niveaux plus faibles, les besoins des réacteurs devront être couverts par l'expansion des capacités théoriques de production existantes, conjointement avec l'aménagement de centres de production supplémentaires ou l'introduction de cycles du combustible de substitution. Le délai de réalisation relatif à l'aménagement de nouvelles installations de production d'uranium est de plusieurs années. En outre, il est devenu plus difficile de lancer de nouveaux projets concernant l'uranium en raison d'une réglementation de plus en plus exigeante en matière de sûreté radiologique et d'environnement, de même que des délais supplémentaires qu'imposent les procédures d'autorisation, de délivrance de permis et d'examen en matière d'environnement. Ainsi, il importera de prendre à court terme les décisions de poursuivre la prospection et la mise en valeur de nouvelles ressources et capacités théoriques de production. Tout déficit prolongé de la production, en l'absence de sources secondaires, pourrait déstabiliser le marché de l'uranium et entraîner des pénuries temporaires et/ou exercer une pression notable à la hausse sur les prix de l'uranium.

Figure 16. **Capacité théorique de production annuelle d'uranium jusqu'en 2020***
par rapport aux besoins projetés des réacteurs dans le monde



Source : Tableaux 13 et 15.

* Inclut tous les centres de production d'uranium actuels et potentiels.

Analyse de l'équilibre offre/demande d'uranium jusqu'en 2050

Selon toute vraisemblance, l'électronucléaire constituera un élément important parmi les sources d'énergie utilisées dans le monde entier au moins pendant les 50 prochaines années, et probablement bien au-delà. Son avenir ne sera toutefois assuré que s'il existe une offre suffisante d'uranium pour soutenir le taux de croissance nominal de 1 à 3 % prévu par de nombreux analystes.

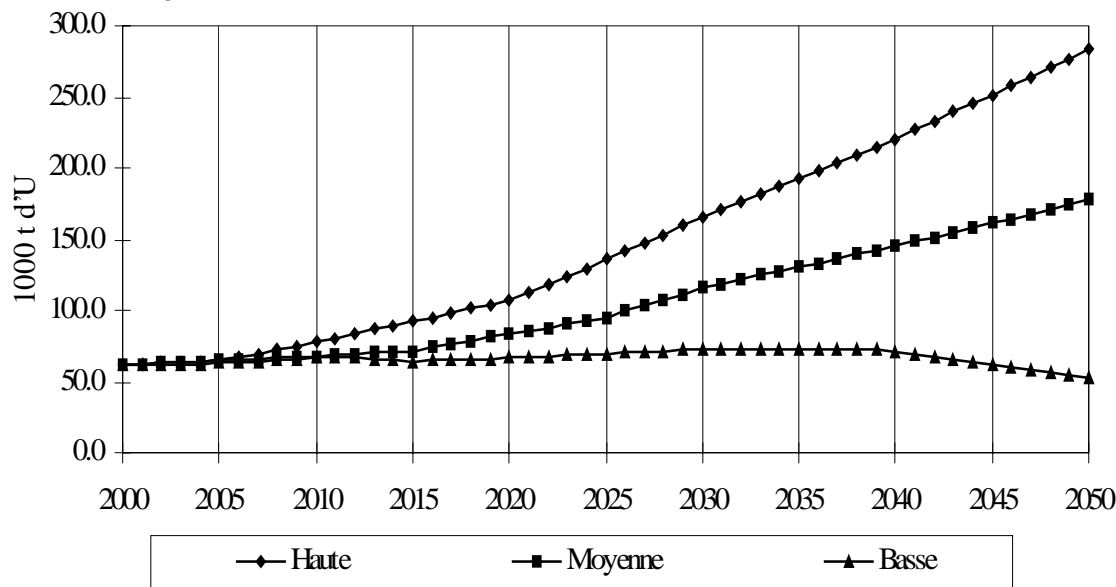
En 1999, l'AIEA a constitué une équipe de consultants chargés d'évaluer le caractère approprié de l'offre, s'agissant de satisfaire les besoins en uranium des réacteurs (demande) jusqu'en 2050, et de caractériser le niveau de confiance susceptible d'être accordé aux projections relatives à l'offre. Les

résultats ont été publiés par l’AIEA en 2001⁸[19]. On a admis en hypothèse dans cette étude que les réacteurs à combustible d’uranium demeureront la filière de réacteur prédominante dans un avenir prévisible. La réalisation de cette étude a comporté les étapes suivantes :

- détermination de la demande annuelle des réacteurs au plan mondial ;
- recensement de toutes les sources d’uranium éventuellement disponibles pour satisfaire la demande des réacteurs ;
- détermination de la contribution la plus probable de chaque source à la satisfaction de la demande annuelle.

On a envisagé trois hypothèses en matière de demande d’uranium qui couvrent un large éventail de suppositions visant la croissance économique mondiale et la croissance connexe en matière d’énergie et d’électronucléaire. L’hypothèse médiane suppose une croissance économique moyenne de l’économie mondiale accompagnée d’une croissance soutenue de l’électronucléaire. L’hypothèse haute suppose un taux de croissance économique élevé s’accompagnant d’une croissance importante de l’électronucléaire, alors que l’hypothèse basse suppose une croissance économique moyenne et un abandon progressif de l’électronucléaire d’ici à 2100. La figure 17 présente les besoins annuels correspondant à ces trois hypothèses en matière de demande.

Figure 17. **Projections des besoins annuels en uranium de 2000 à 2050**



Les besoins cumulés en uranium entre 2000 et 2050 pour les trois hypothèses sont les suivants :

Hypothèse haute	7 577 300 t d’U
Hypothèse médiane	5 394 100 t d’U
Hypothèse basse	3 390 000 t d’U

L’offre d’uranium est classée en gros en deux catégories – l’offre secondaire et primaire. L’offre secondaire comprend les stocks d’uranium hautement enrichi (UHE), d’uranium naturel et faiblement enrichi (UFE), le combustible à mélange d’oxydes (MOX), l’uranium de retraitement (RepU) et le

8. Cette publication a été établie et est parue sous les auspices de l’AIEA sans la participation officielle du Groupe sur l’Uranium.

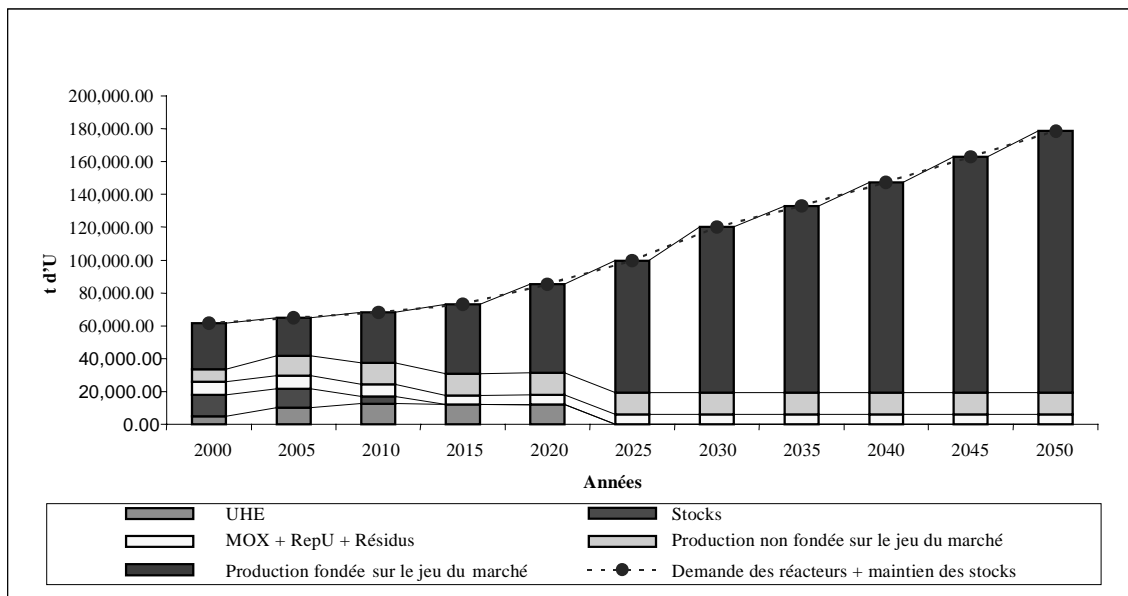
réenrichissement de l'uranium appauvri (résidus). Selon les projections, l'offre secondaire couvrirait 42 % de la demande en 2000. D'ici à 2025, cette contribution devrait chuter à 6 % et 4 % de la demande dans les hypothèses de demande respectivement médiane et haute.

La croissance projetée des besoins annuels en uranium est la suivante en 2000, 2020 et 2050, correspondant aux trois hypothèses en matière de demande, :

	Hypothèse basse (t d'U)	Hypothèse médiane (t d'U)	Hypothèse haute (t d'U)
2000	62 000	62 000	62 000
2020	60 233	83 300	106 500
2050	52 000	177 000	283 000

L'offre primaire se répartit entre la production, qui n'est ni limitée ni contrôlée par les conditions du marché, telle que la production de la Communauté des États Indépendants (CEI), de la Chine et de divers petits programmes nationaux, et la production qui est fondée sur le jeu du marché. Une fois les trois hypothèses en matière de demande établies, la première étape dans la détermination de l'équilibre entre l'offre et la demande a consisté à établir des projections de la disponibilité annuelle de chacune des composantes de l'offre secondaire entre 2000 et 2050. L'offre secondaire a ensuite été soustraite des besoins annuels projetés des réacteurs (demande) afin de déterminer les besoins totaux d'approvisionnements primaires. On a ensuite établi des projections relatives à la disponibilité annuelle de l'offre non fondée sur le jeu du marché (CEI, Chine et programmes nationaux) qui a été soustraite des besoins totaux en approvisionnements primaires afin de déterminer les besoins annuels de production fondée sur le jeu du marché. La figure 18 indique les contributions relatives de l'offre secondaire et de l'offre primaire fondée et non fondée sur le jeu du marché. L'importance croissante de la production fondée sur le jeu du marché est tout à fait manifeste.

Figure 18. Relation entre l'offre et la demande d'uranium, 2000-2050
Hypothèse médiane de la demande



Une fois que les besoins de production fondée sur le jeu du marché ont été établis, l'attention dans le rapport s'est portée sur le caractère suffisant des ressources en uranium pour satisfaire ces besoins annuels. Les consultants participant à l'étude ont fourni des informations détaillées sur les ressources des gisements connus du monde entier et sur leurs coûts et capacités estimés de production.

Ces informations sont complétées par celles figurant dans l'Édition de 1999 du *Livre rouge* afin de déterminer les Ressources Raisonnablement Assurées (RRA) totales, catégorie de ressources présentant le plus haut degré de certitude. Les RRA sont classées en fonction des coûts de production dans les tranches suivantes : faible coût (≤ 34 USD/kg d'U), coût faible à moyen (34-52 USD/kg d'U), coût moyen à élevé (52-78 USD/kg d'U), coût élevé (78-130 USD/kg d'U) et coût très élevé (> 130 USD/kg d'U). Les tranches de coût utilisées dans cette étude sont différentes de celles utilisées dans le *Livre rouge* pour deux raisons. En premier lieu, on a estimé que les tranches à faible coût reflètent mieux les conditions du marché à court terme. En second lieu, de l'avis général des consultants participants, la tranche à faible coût a permis de dissocier un petit nombre de centres de production en exploitation et prévus au moindre coût d'un groupe beaucoup plus important de gisements dont les coûts projetés se situent dans la tranche de coût faible à moyen.

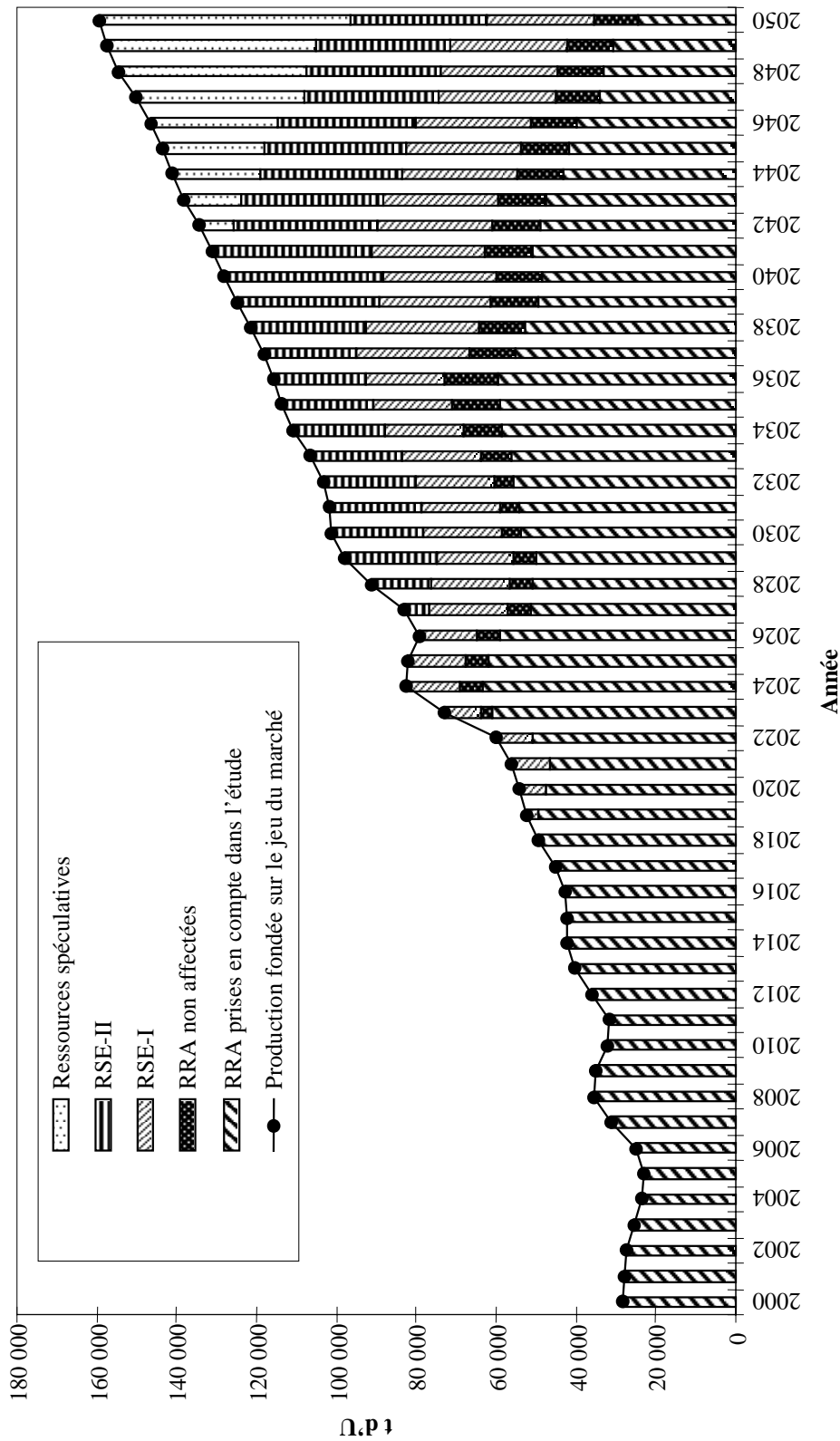
On a estimé la capacité annuelle de production des centres auxquels des RRA sont affectées. Les délais d'autorisation et d'aménagement ont été pris en considération lors de l'estimation de la production disponible à partir de chacun de ces centres.

On a admis que les besoins annuels de production fondée sur le jeu du marché seront d'abord satisfaits par le centre de production au plus bas coût fonctionnant à la capacité nominale projetée. Le reste de la demande sera couvert par des producteurs à des coûts progressivement plus élevés jusqu'à ce que la demande annuelle soit satisfaite. La production à partir d'unités à coût plus élevé est différée jusqu'à ce que ces coûts deviennent concurrentiels. Une évaluation analogue est effectuée pour les ressources présentant un moindre degré de certitude, notamment les RSE-I et les RSE-II. Lorsque la production fondée sur les RRA n'est plus suffisante pour satisfaire les besoins de production fondée sur le jeu du marché, on admet que les RSE-I les moins coûteuses seront mises en exploitation. De même, lorsque la production fondée sur l'ensemble des RRA et des RSE-I (ressources connues) ne suffit pas à couvrir les besoins fondés sur le jeu du marché, il est fait appel aux RSE-II pour combler le déficit. La figure 19 montre la contribution que chaque catégorie de ressources devrait apporter à la satisfaction des besoins de production fondée sur le jeu du marché jusqu'en 2050 dans le cas de l'hypothèse médiane visant la demande. Le rapport met en évidence le rôle que les ressources non découvertes (RSE-II et Ressources Spéculatives) devront jouer s'agissant de remédier à la pénurie de production fondée sur le jeu du marché à partir des ressources connues dans la dernière partie de la période étudiée.

Sur la base de la méthodologie décrite plus haut, le rapport est parvenu aux conclusions suivantes :

- d'après les projections établies, les besoins cumulé de production fondée sur le jeu du marché jusqu'en 2050 s'élèvent au total à 4 158 280 t d'U dans le cas de l'hypothèse médiane relative à la demande, et respectivement à 6 406 190 et 1 917 990 t d'U dans les hypothèses haute et basse relatives à la demande ;
- les RRA exploitables à faible coût et à coût faible à moyen (≤ 52 USD/kg d'U) sont suffisantes pour couvrir les besoins de production fondée sur le jeu du marché jusqu'en 2019 dans le cas de l'hypothèse médiane relative à la demande. La prise en compte des RRA exploitables à coût élevé permet d'étendre la couverture jusqu'en 2028 ;
- la production fondée sur les ressources connues (RRA + RSE-I) dans les tranches de coûts faible et faible à moyen est suffisante pour couvrir les besoins de production fondée sur le jeu du marché jusqu'en 2021 dans le cas de l'hypothèse médiane relative à la demande. L'ensemble des ressources connues entrant dans toutes les tranches de coûts étend cette couverture jusqu'en 2034 ;

Figure 19. Contribution des ressources en fonction de leur degré de certitude y compris les RSE-II et les Ressources Spéculatives – Hypothèse médiane de demande



- les ressources connues plus les RSE-II sont suffisantes pour couvrir les besoins de production fondée sur le jeu du marché jusqu'en 2041 dans le cas de l'hypothèse médiane relative à la demande ;
- les RRA sont suffisantes pour couvrir les besoins de production fondée sur le jeu du marché dans le cas de l'hypothèse basse relative à la demande jusqu'en 2050 ;
- la totalité des ressources connues suffit presque à couvrir les besoins cumulés de production fondée sur le jeu du marché. Cependant, en raison de contraintes de calendrier et de capacité pesant sur la production, ces ressources ne seront pas utilisées en totalité d'ici à 2050. En conséquence, la production cumulée obtenue à partir des ressources connues sera suffisante pour couvrir 80 % seulement des besoins totaux de production fondée sur le jeu du marché dans le cas de l'hypothèse médiane relative à la demande, en dépit du fait que ces ressources équivalent presque à la demande ;
- dans le cas de l'hypothèse haute relative à la demande, les ressources allant des RRA aux RSE-II incluses ne permettent de couvrir les besoins de production fondée sur le jeu du marché que jusqu'en 2029. Le déficit cumulé de la production projetée obtenue à partir des RRA jusqu'aux RSE-II incluses par rapport aux besoins de production fondée sur le jeu du marché, dans l'hypothèse haute relative à la demande, pourrait atteindre 2,059 millions de t d'U. Il faudrait recourir aux Ressources Spéculatives et/ou non classiques pour combler ce déficit ;
- d'après les projections, il y aurait un écart cumulé de 844 500 à 2 950 350 t d'U entre les besoins de production fondée sur le jeu du marché et la production dans le cas des hypothèses respectivement médiane et haute relatives à la demande. En conséquence, pour assurer une offre stable d'uranium à coût relativement faible qui est nécessaire pour garantir l'avenir de l'électronucléaire, il faudra engager d'importantes dépenses de prospection au cours des cinq à dix prochaines années, ce qui n'interviendra que si la demande à court terme et les prix du marché justifient de telles dépenses. Pour avoir une incidence maximale sur les déficits projetés, il faudra réaliser des découvertes suffisamment tôt pour qu'il soit possible d'intégrer les longs délais qu'imposent les études d'impact sur l'environnement et les travaux d'aménagement tout en contribuant à couvrir les besoins de production en temps opportun ;
- chacune des composantes de l'offre secondaire et primaire présente des risques et des incertitudes – tant négatives que positives. Le rapport comporte des études de sensibilité couvrant une large gamme d'incertitudes ;
- l'opposition des écologistes à la mise en valeur de l'uranium pourrait limiter ou retarder notablement la disponibilité de la production à faible coût fondée sur le jeu du marché. C'est pourquoi une étude de sensibilité a été incluse qui montre l'incidence qu'aurait sur les relations entre l'offre et la demande le fait d'éliminer de la base de ressources celles qui sont susceptibles de faire l'objet d'une opposition politique ou environnementale ;
- dans l'hypothèse de référence relative à l'UHE, on suppose que 250 t d'UHE russe et 55 t d'UHE américain seront disponibles en sus des quantités prévues par les accords en vigueur, ce qui élargira la disponibilité de l'uranium obtenu à partir de l'UHE jusqu'en 2023, soit 10 ans au-delà de la période couverte par l'actuel accord entre les États-Unis et la Fédération de Russie. Une étude de sensibilité a été incluse afin de montrer l'effet d'une limitation de l'UHE à l'accord actuel (hypothèse basse relative à l'UHE) ainsi que d'une extension de cette disponibilité jusqu'en 2040 (hypothèse haute relative à l'UHE) ;

- une étude de sensibilité a aussi été incluse qui montre les modifications potentielles des besoins de production imposées par la limitation de l'emploi du combustible MOX et de l'uranium de retraitement, et de la disponibilité d'uranium appauvri (résidus).

Tout a été mis en œuvre dans le rapport pour parvenir à des scénarios de production réalistes qui prennent en considération tous les aspects de la production d'uranium, notamment les coûts, la faisabilité technique, et les risques environnementaux et politiques. Ces scénarios de production étaient conçus pour caractériser le secteur de la production d'uranium au cours des 50 prochaines années sur la base d'un ensemble de scénarios de demande possibles. Ils portent sur le caractère suffisant de l'offre à différents degrés de certitude, et peuvent indirectement servir à établir des projections générales de l'évolution des prix du marché. Ils ne sont toutefois pas conçus pour fournir des prévisions absolues de l'avenir. En outre, ils reposent sur l'hypothèse qu'aucune ressource nouvelle d'uranium ne sera découverte ni annoncée au cours de la période allant jusqu'en 2050.

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

Les craintes que suscite la sécurité à long terme des approvisionnements en combustibles fossiles et la prise de conscience accrue de l'intérêt écologique des centrales nucléaires qui ne contribuent ni aux pluies acides ni aux gaz à effet de serre, pourraient contribuer à long terme à une croissance plus forte que prévue de la demande d'uranium.

La consommation mondiale d'électricité devrait continuer d'augmenter au cours des prochaines décennies pour satisfaire les besoins d'une population en expansion et d'une croissance économique soutenue. En fait, l'électricité devrait demeurer la forme d'énergie finale connaissant la plus forte progression dans le monde jusqu'en 2020 [20]. C'est dans les pays en développement que l'accroissement de la consommation d'électricité sera le plus fort. On escompte que dans les pays non-membres de l'OCDE, cette dernière atteindra en 2020 deux fois et demi son niveau actuel [21]. Dans certaines régions, la production d'électricité d'origine nucléaire continuera à jouer un rôle important dans l'expansion future de la consommation d'électricité. En 2020, selon les projections de l'Agence internationale de l'énergie atomique, la production électronucléaire mondiale représentera 5 % de la production d'énergie primaire [22]. D'autres organismes ont même prévu des contributions plus importantes du nucléaire à la demande énergétique mondiale en expansion et, à ce jour, ces prévisions ne reflètent pas les résultats des débats en cours sur le rôle de l'énergie nucléaire dans la réalisation des objectifs mondiaux en matière d'émissions.

Les progrès technologiques vont probablement agir sur l'avenir de l'énergie nucléaire et les besoins en uranium. Le retraitement, par exemple, est une technologie au point qui, si elle est pleinement exploitée, pourrait avoir des incidences notables sur les besoins en uranium à long terme. Un programme de recyclage de tout le plutonium dans des réacteurs à eau ordinaire réduirait de 17 % les besoins mondiaux en uranium [21]. Parmi les autres technologies en cours de mise au point et dont l'application pourrait aussi avoir d'importantes répercussions, figurent les réacteurs à cycles de combustible jumelés, tels que l'association REP-CANDU, dans laquelle le combustible irradié des REP est « rebrûlé » dans des réacteurs CANDU, ce qui permet de réduire d'environ 40 % les besoins en uranium de ces derniers. D'autres technologies éventuelles, par exemple les surgénérateurs rapides, les réacteurs à haute température refroidis par gaz, les cycles du combustible au thorium et de nouvelles techniques d'extraction et d'enrichissement permettraient en pratique de faire durer les ressources en uranium pendant des siècles. Plusieurs grands programmes internationaux de développement technologique ont été entrepris dont les objectifs pourraient déboucher sur des progrès marquants des technologies nucléaires d'ici à 2030.

En dernière analyse, l'avenir à long terme de l'énergie nucléaire sera vraisemblablement déterminé par les arbitrages entre divers contraintes et objectifs comme : la croissance continue de la demande d'électricité, la compétitivité de l'énergie nucléaire sur les marchés dérégulés et la nécessité de limiter le plus possible les incidences sur l'environnement, en particulier les émissions de gaz à effet de serre. S'il peut être démontré que l'énergie nucléaire est propre, d'un coût abordable, sûre et qu'il existe des solutions acceptables au problème des déchets, alors selon toute vraisemblance il s'ensuivra une période de forte croissance. Si l'on ne réussit pas à en apporter la démonstration, il faut s'attendre à ce que l'électronucléaire perde lentement de l'importance.

Les ressources en uranium sont suffisantes pour faire face à la consommation pendant de nombreuses décennies et on a déjà cerné de nouvelles technologies et des cycles du combustible, notamment la capacité de récupérer de l'uranium à partir de l'eau de mer, qui permettraient à la fission nucléaire de constituer une source d'énergie quasiment illimitée sans émission de gaz à effet de serre. Ainsi, à long terme les répercussions des évolutions récentes laissent penser que des perspectives solides s'offrent à l'énergie nucléaire, car les économies et les populations du monde continuent de croître, et pourtant ces perspectives sont tributaires des réponses apportées aux débats environnementaux et politiques actuellement engagés. En raison de la longueur des délais requis pour découvrir de nouvelles ressources et pour aménager de nouvelles capacités théoriques de production, on ne saurait exclure l'éventualité de l'apparition de déséquilibres entre l'offre et la demande avec l'épuisement des sources secondaires. Il faudra probablement entreprendre d'importantes activités de prospection et de mise en valeur au cours des prochaines décennies si l'on veut continuer de disposer de ressources suffisantes à des prix stables.

RÉFÉRENCES

- [1] OCDE/IEA (2001), *Key World Energy Statistics 2001*, Paris, France.
- [2] Commission européenne(2000), *Livre vert – Vers une stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique*, document COM(2000)769 final du 29 novembre 2000, http://europa.eu.int/comm/energy_transport/en/lpi_lv_en1.html.
- [3] Commission européenne, *Rapport de la Commission pour l'analyse des modes de production de l'électricité et le redéploiement des énergies (AMPERE)*, et *Assessment of the Ampere Commission report by an international Peer Review Group* (Évaluation du rapport de la Commission Ampère par un Groupe international d'examen par les pairs), http://mineco.fgov.be/energy/index_fr.htm.
- [4] Charpin J.M., Dessus B., Pellat R., Rapport au Premier Ministre – *Étude économique prospective de la filière électrique nucléaire*, <http://plan.gouv.fr/organisation/seeat/nucleaire/rapportangl.pdf>.
- [5] Cabinet Office, *Performance and Innovation Unit inquiry on energy policy* (Examen de la politique énergétique par l'Unité chargée des performances et de l'innovation), <http://cabinet-office.gov.uk/innovation/2001/energy/energyscopelinks.shtml>.

- [6] AIEA, Système de documentation sur les réacteurs de puissance, *World Energy Availability Factors by Year* (Taux mondiaux de disponibilité en énergie par année), <http://iaea.org/programmes/a2>.
- [7] Nuclear Energy Institute (2001), *Median duration of nuclear refueling outages in the US (1990-2000)* (Durée médiane des arrêts pour rechargement du combustible nucléaire aux États-Unis), www.nei.org.
- [8] World Nuclear Association (2001), *The Global Nuclear Fuel Market – Supply and Demand 2001-2020* (Le marché mondial du combustible nucléaire – Situation de l’offre et de la demande de 2001 à 2020), Association nucléaire mondiale, Londres, Royaume-Uni.
- [9] Agence d’approvisionnement d’Euratom (2000), *Annual Report 2000*, CCE, Luxembourg.
- [10] Energy Information Administration (2001), *2000 Uranium Industry Annual*, DOE/EIA-0478(00), Washington DC, États-Unis.
- [11] AIEA (1998), *Status and Trends in Spent Fuel Processing* (Traitement du combustible irradié – situation et évolution), Compte rendu de la réunion d’un groupe consultatif, septembre 1998, Vienne, Autriche.
- [12] AEN/OCDE (1997), *La gestion du plutonium séparé – Les options techniques*, ISBN 92-64-5410-8, Paris, France.
- [13] Fukuda K., Choi J.S., Shani R., Van Den Durpel L., Bertel E. et Sartori E. (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, IAEA-C&S Papers Series 3-P, mai 1999, AIEA Vienne, Autriche.
- [14] 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. 2 459 et Cour de justice, jugement du 11 mars 1997, Affaire C-357/95P, ENU/Commission, Recueil de jurisprudence 1997, I, p. 1 329.
- [15] Agence d’approvisionnement d’Euratom Supply Agency (1999), *Annual Report 1998*, CCE, Luxembourg, p. 10.
- [16] Décision de la Commission du 21 février 1994, Journal officiel N°L 122 du 17 mai 1994, p. 30. 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.
- [17] 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 a été 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 de 1994 entre les Communautés européennes et leurs États membres d'une part, et la Fédération de Russie, d'autre part, Journal officiel N°L327 du 28 novembre 1997, p. 3.

- [18] Uranium Institute (1998), *The Global Nuclear Fuel Market-Supply and Demand 1998-2020* (Le marché mondial du combustible nucléaire – Offre et demande en 1998-2020), Uranium Institute, Londres, Royaume-Uni, pp. 67-68.
- [19] AIEA (2001), *Analysis of Uranium Supply to 2050* (Analyse de l'offre d'uranium jusqu'en 2050), IAEA-SM-362/2, AIEA Vienne, Autriche.
- [20] Energy Information Administration (1999), *International Energy Outlook 1999*, DOE/EIA-0484(99), Washington DC, États-Unis, p. 101.
- [21] AIE/OCDE (2000), *World Energy Outlook: 2000*, (Perspectives énergétiques mondiales : 2000), Paris, France.
- [22] AIEA (1997), Actes du Colloque international intitulé : *Stratégie pour le cycle du combustible et les réacteurs : adaptation aux réalités nouvelles*, 3-6 juin 1997, Vienne, Autriche.

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

INTRODUCTION

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 ensuite être 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.

L'AEN et l'AIEA ne sont pas sans savoir que des travaux de prospection sont actuellement en cours dans un certain nombre de pays qui ne sont pas couverts par le présent 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 les États Membres 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 1/30 000 000^e. 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) 1-26007-29302
Messagerie électronique : sales.publications@iaea.org

• Afrique du Sud •

PROSPECTION ET EXTRACTION D'URANIUM

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. Les activités de prospection de l'uranium dans le bassin du Witwatersrand ont toujours été menées à titre accessoire, en liaison avec la prospection de l'or, jusqu'à la crise pétrolière survenue au début des années 70. À cette époque, la montée en flèche du prix de l'uranium a conduit à une intensification des activités de prospection de ce minerai et, en 1982, la production d'uranium a démarré dans la mine de Beisa, premier producteur d'uranium primaire en Afrique du Sud.

L'effondrement du prix de l'uranium au début des années 80 a réduit sensiblement l'intérêt porté à la prospection de l'uranium, de sorte qu'au milieu de cette décennie, la prospection menée dans le bassin du Witwatersrand s'est exclusivement intéressée à l'or. Ces activités ont eu pour résultat indirect la découverte accessoire de nouvelles ressources en uranium en raison de la présence quasi systématique d'uranium dans les conglomérats à galets de quartz. La stagnation des prix de l'or au début des années 90 a entraîné un ralentissement substantiel des activités de prospection visant ce métal.

Jusqu'à la fin des années 60, la prospection de l'uranium, n'étant qu'accessoire à la prospection de l'or, s'est limitée au bassin du Witwatersrand. La découverte d'uranium dans les sédiments du Karoo, à l'occasion de travaux de prospection pétrolière, a conduit à diversifier les activités de prospection de l'uranium. Les travaux dans les formations du Karoo se sont maintenus à un faible niveau jusqu'à ce que la crise du pétrole, au début des années 70, provoque un essor spectaculaire des activités de prospection. Cette embellie a toutefois été de courte durée à cause de l'accident survenu à Three Mile Island en 1979, de sorte que le marché surchauffé de l'uranium s'est effondré au début des années 80. Du coup, la prospection de l'uranium s'est trouvée fortement ralentie dans les formations du Karoo pour finalement s'arrêter au milieu de la décennie. Depuis lors, les seules activités menées ont essentiellement consisté en de modestes travaux de réévaluation de gisements identifiés.

En dehors des bassins du Witwatersrand et du Karoo, les activités de prospection ont été axées sur la découverte d'autres types de gisements d'uranium, à savoir les gisements liés à des discordances, aux calcrètes, à des alaskites, à des brèches (de type Olympic Dam) et aux phosphates marins. Ces activités ont toujours été modestes par rapport aux activités consacrées aux deux principaux bassins uranifères et n'ont donné lieu qu'à des résultats très peu fructueux.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium

Aucune activité de prospection de l'uranium en tant que produit primaire n'a été menée en Afrique du Sud depuis plus de dix ans. 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 dans le pays même qu'à l'étranger, pour des raisons de confidentialité.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Une fraction importante des ressources en uranium de l'Afrique du Sud se présente sous forme de minerai à faible teneur dans les conglomérats aurifères à galets de quartz du Witwatersrand. L'uranium est récupéré comme sous-produit du traitement de l'or et ne représente que 10 % environ de l'ensemble des recettes tirées d'une tonne de minerai du Witwatersrand. Il s'ensuit que les découvertes d'uranium n'ont lieu qu'à l'occasion de travaux de prospection de l'or. Les prix déprimés sur le marché de l'or ont ralenti les activités de prospection de ce métal, de sorte que les ressources en uranium de l'Afrique du Sud n'ont que peu augmenté par suite de ces activités.

L'Afrique du Sud ne fait état d'aucune modification dans ses ressources en uranium par rapport à 1999. Comme l'uranium n'est récupéré qu'à titre de sous-produit, les taux de change de la monnaie, les prix sur le marché de l'or et de l'uranium, ainsi que les fluctuations des coûts d'extraction et de traitement peuvent tous avoir une influence aussi bien favorable que défavorable sur l'ensemble des ressources en uranium et sur leur affectation à telle ou telle tranche de coûts. Toutefois, faute de disposer d'informations détaillées sur les effets de ces ajustements, le Secrétariat a admis que les réductions des RRA afin de tenir compte de la production en 1999 et 2000 constituaient la seule modification des ressources connues par rapport à 1999.

Une grande partie des ressources connues de l'Afrique du Sud, récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U, est tributaire des centres existants de production d'or comme produit primaire et d'uranium comme sous-produit. Toutefois, dans la mesure où de nombreux centres de production ne disposent pas de circuit de récupération d'uranium, seule une faible fraction de l'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 ressources connues récupérables à un coût de 40 USD/kg d'U sont associées à des centres de production existants. Environ 28 % des ressources connues additionnelles récupérables à un coût de 80 USD/kg d'U sont aussi tributaires des centres de production existants.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
119 195	231 095	290 995

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

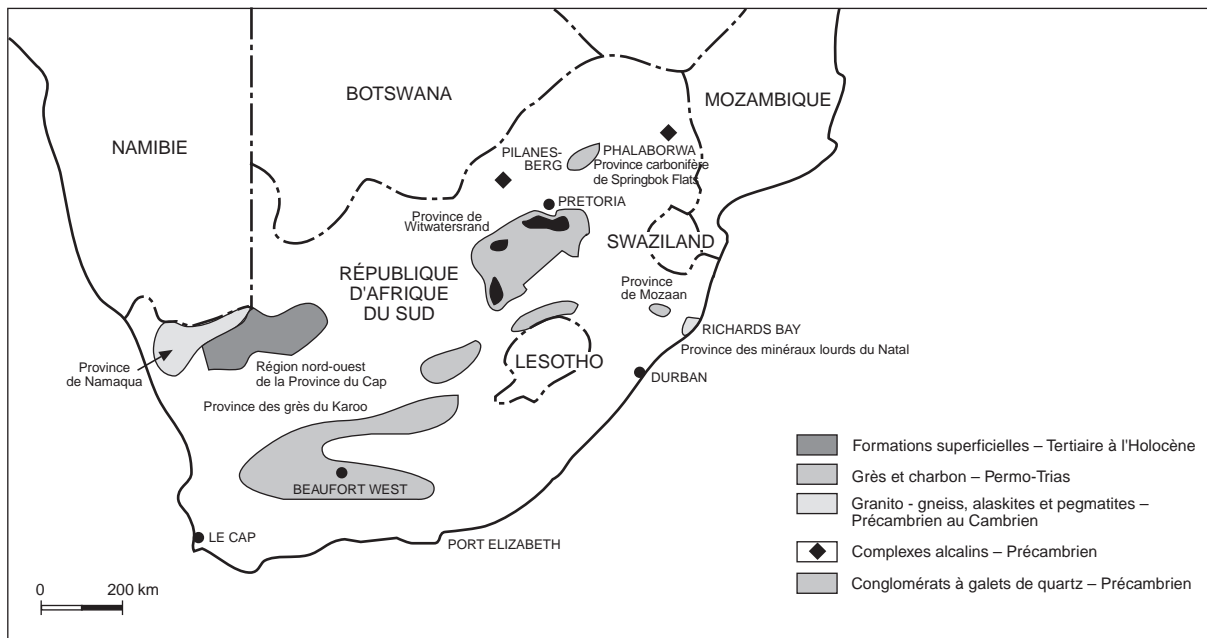
Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(t d'U)

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

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

Localisation des provinces uranifères en Afrique du Sud



Ressources classiques non découvertes (RSE-II et SR)

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 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 1^{er} janvier 2001, les RSE-II, dont le coût de production serait inférieur à 80 USD/kg d'U, représentaient 34 900 t d'U, soit la même estimation que celle au 1^{er} janvier 1997 et 1999. Les RS n'ont pas varié non plus, s'établissant à 1 113 000 t d'U sans précision de tranche de coût.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*
(t d'U)

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

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

Ressources spéculatives
(t d'U)

Tranches de coût	Total
Non spécifiée	
1 113 000	1 113 000

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

En Afrique du Sud, la production d'uranium a débuté en 1952, date à laquelle une usine de 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, qui renferment 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 le secteur de l'uranium en Afrique du Sud, entraînant la fermeture de 17 usines de production d'uranium depuis 1980. Il s'agit notamment des usines de la société *Western Areas Ltd.* et des installations de *Hartebeestfontein* respectivement fermées en 1997 et 1999. À la fin de 2000, il ne restait que deux usines de traitement de l'uranium alimentées par deux mines seulement.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Total avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2000	2001 (prévisions)
Comme sous-produit	150 607	965	927	838*	153 337	1 160
Total	150 607	965	927	838*	153 337	1 160

* Estimation du Secrétariat.

État de la capacité théorique de production

À la fin de 2000, deux mines produisaient encore de l'uranium : *Vaal River Operations* (auparavant *Vaal Reefs*), à Klerksdorp, et *Palabora* dans la Province septentrionale (auparavant *Transvaal-Nord*). Dans ces deux installations, l'uranium est obtenu comme sous-produit, l'or et le cuivre étant respectivement le produit primaire de *Vaal River* et de *Palabora*.

Afrique du Sud

La société AngloGold Ltd. n'a plus à Vaal River qu'une usine d'uranium en exploitation ayant une capacité de 10 000 t de minerai par jour et une production prévue d'environ 1 000 t d'U/a.

La mine de Palabora est une grande mine de cuivre exploitée à ciel ouvert et en souterrain, 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 à l'installation de NUFCOR. Il est prévu de fermer l'usine d'uranium de Palabora en 2002.

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 et aucune fermeture d'usine n'est intervenue en 1995-1996. Toutefois, avec le retour d'une conjoncture défavorable en 1997, 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.

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, sont les suivantes : 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 reconvertie pour l'extraction de l'or.

La situation des deux usines de production d'uranium en exploitation est résumée dans le tableau ci-après.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La société Rio Tinto est le propriétaire majoritaire de Palabora, tandis que la société AngloGold détient Vaal River Operations. Il s'agit dans les deux cas de sociétés privées. L'État ne participe à aucune activité de production d'uranium.

Emploi dans le secteur de l'uranium

L'ensemble des effectifs des usines de récupération de l'uranium s'élève à 160 personnes, dont 100 pour Vaal River Operations et 60 pour Palabora. Ces chiffres ne concernent que les usines proprement dites de récupération de l'uranium et non les mines.

Centres de production futurs

Lorsque l'usine d'uranium de Palabora fermera en 2002, l'Afrique du Sud ne comptera plus qu'un seul producteur d'uranium et il n'existe pas de centre de production d'uranium prévu. 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 de nouveaux 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 USD/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/a. Si le prix de l'or et, plus encore, le prix de l'uranium ne se redressent pas sensiblement, il ne sera pas possible d'atteindre ce niveau de production d'uranium.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre N°1	Centre N°2
Nom du centre de production	Vaal River	Palabora
Catégorie de centre de production	existant	existant
Stade d'exploitation	en service	en service
Date de mise en service	1977	1979
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Vaal Reef conglomérats à galets de quartz	Palabora gisement intrusif
Exploitation minière : • Type • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%) • Teneur • Réserves	ST 10 000 0,025 n.d.	CO 80 000 27 0,006 150 t d'U
Installation de traitement : • Type • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/ES 10 000 variable	LA/ES 0.3* variable
Capacité nominale de production (tonnes d'U/a)	1 000	90
Projets d'agrandissement	aucun	aucun
Autres remarques		fermeture prévue en 2002

* Tonnes de concentré obtenu par gravité par jour.

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 de production. 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/a.

Capacité théorique de production à court terme

La capacité théorique de production prévue de l'Afrique du Sud jusqu'en 2020 est indiquée dans le tableau suivant.

Capacité théorique de production à court terme

(t d'U/a)

2001				2002				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
1 157	0	0	0	1 319	0	0	0	1 439	0	0	0

Capacité théorique de production à court terme (suite)
(t d'U/a)

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
1 225	0	0	0	537	0	0	0	429	0	0	0

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

Il existe en Afrique du Sud des zones d'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 décharges de stériles. 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 produits de démantèlement de ces installations sont décontaminés afin de les amener à des niveaux de radioactivité acceptables au plan international, puis sont vendus.

Coûts 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 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 environ 200 t d'U/a.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

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

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020

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 d'autres 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 du réacteur modulaire 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 en service une centrale de démonstration en 2005.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 842	1 842	1 842	1 800*	1 900*	1 800*	2 300*	1 800*	2 700*

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020

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

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
200	200	200	210*	220*	210*	270*	210*	315*

* Estimation du Secrétariat.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE 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. Cette 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 celles de l'organisme réglementaire national, le Conseil de la sûreté nucléaire [*Council for Nuclear Safety – CNS*], ce qui laisse penser à tort que l'AEC et le CNS constituent une seule et même entité. De toute évidence, il n'est pas souhaitable qu'un organisme

réglementaire et un organisme participatif soient régis par une seule et 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, et d'instaurer une gestion plus transparente et plus responsable au sein de ces deux organismes. Une fois promulguées, ces nouvelles Lois remplaceront la Loi actuelle 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*]. Toutefois, 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 lois et règlements applicables aux autres matières.

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 l'établissement de cartes géologiques, aux levés aéroportés, ainsi qu'à la réalisation d'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 d'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.

Il n'est fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium et le prix de l'uranium.

• Algérie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de l'uranium a débuté en Algérie en 1969. Le bouclier précambrien du Hoggar et sa couverture sédimentaire du Tassili ont été considérés comme un milieu géologique propice à l'existence de minéralisations uranifères. Les premiers travaux de prospection, réalisés sous forme de levés radiométriques terrestres, ont permis de déceler plusieurs anomalies radioactives dans l'ensemble du pays qui couvre une superficie de 2 380 000 km². Une fois que les données obtenue grâce à ces levés ont été évaluées, plusieurs équipes de prospection ont entrepris des activités de suivi sur le terrain et vérifié les anomalies. Il a ainsi été possible de localiser un grand nombre de secteurs prometteurs susceptibles de faire l'objet de travaux plus poussés de prospection de l'uranium, tels que

Eglab, Ougarta et le Tassili méridional (bassin de Tin-Séririne) où l'on a découvert le gisement de Tahaggart. Le suivi du levé radiométrique aéroporté a aussi permis d'identifier les secteurs de Tamart-N-Iblis et de Timouzeline comme des zones éventuelles de prospection de l'uranium. Parallèlement, les efforts de recherche de l'uranium sont entrés dans une phase (1973-1981) principalement axée sur l'évaluation des réserves et la mise en valeur des gisements déjà découverts. Une deuxième phase (1984-1987) a été marquée par un ralentissement sensible des travaux de prospection ; cependant, des recherches portant sur les flancs de gisements connus et les régions avoisinantes ont révélé d'autres zones minéralisées possibles (par exemple, la zone de Tesnou au nord-ouest et au nord de Timgaouine). Celles-ci sont actuellement en cours d'évaluation. Dans le bassin Tin-Séririne, situé dans le Tassili méridional du Hoggar, l'établissement des cartes géologiques a permis de caractériser la répartition des divers gîtes uranifères dans les séquences sédimentaires du Paléozoïque.

Activités récentes et en cours

De 1984 à 1997, les travaux de prospection de l'uranium ont porté surtout sur la recherche de trois types de gisements :

- les gisements liés à des formations granitiques ;
- les gisements contenus dans des grès et ou des schistes noirs continentaux ;
- les gisements liés à des discordances.

Les travaux de prospection se sont donc orientés vers la collecte de données géologiques, géochimiques et géophysiques fondamentales dans deux provinces connues :

- la province uranifère du Hoggar occidental (chaîne du Pharusien) ;
- la province uranifère située à la frontière entre l'Algérie et le Niger.

Les anomalies correspondant à la présence d'uranium découvertes dans ces régions ont été évaluées et les éléments des gîtes correspondants ont été caractérisés quant à leur minéralisation, leurs propriétés géochimiques, leur teneur, leur morphologie et leur étendue.

Les travaux de prospection se sont ralentis à partir de 1998, si bien que de 1998 à 2001, aucune activité de prospection ou d'exploration n'a été menée dans ce domaine.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les RRA de l'Algérie relèvent de deux types géologiques : les gisements du Protérozoïque supérieur liés à des discordances et les gisements filoniens. La première catégorie comprend les gisements liés à des profils d'altération (régolithe) et des gisements liés au conglomérat de base et aux grès de la couche sédimentaire, que l'on retrouve surtout dans le bassin de Tin-Séririne, situé dans le Hoggar méridional. La seconde catégorie se concentre dans les filons des fractures principales liées aux failles traversant les batholites de granite. Font partie de cette catégorie les gisements de Timgaouine, Abankor, El-Bema et Aït-Oklan, au sud-ouest du Hoggar.

Algérie/Allemagne

L'Algérie ne fait état de ressources dans aucune catégorie autre que les RRA.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	26 000	26 000

* S'agissant de ressources *in situ*.

L'Algérie n'a fourni aucune information sur la production d'uranium, les besoins en uranium, la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium ou le prix de l'uranium.

• **Allemagne** •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

En Allemagne, les activités de prospection d'uranium ont eu pour cadre deux pays différents avant leur réunification le 3 octobre 1990. On trouvera ci-après un résumé des activités menées dans ces deux pays.

Ex-République démocratique allemande

De 1946 à 1953, la prospection et l'extraction de l'uranium ont été entreprises par la société soviétique par actions SAG Wismut. Les travaux se sont concentrés autour du site des anciennes mines d'argent, de cobalt, de nickel et autres métaux de l'Erzgebirge, du Vogtland et de Saxe où de l'uranium avait été découvert pour la première fois en 1789. L'extraction de l'uranium a commencé dans les mines de cobalt et de bismuth situées près de Schneeberg et de l'Oberschlema (une célèbre station de radiumthérapie). Durant cette première période, plus de 10 000 personnes ont participé à la prospection et à l'extraction. Le minerai de pechblende à haute teneur des gisements filoniens était trié à la main et envoyé en URSS pour y être traité. Le minerai à plus faible teneur était traité localement dans de petites unités. Le centre de Crossen près de Zwickau en Saxe a été mis en service en 1950.

En 1954, l'entreprise a fait l'objet d'une restructuration et une nouvelle société germano-soviétique par actions a été créée, la *SDAG Wismut*, avec une participation égale des deux gouvernements. L'uranium concentré par tri manuel, gravité ou attaque chimique était envoyé en URSS pour y être traité. Le prix du produit final était fixé par simple accord entre les deux partenaires. Les bénéfices réalisés sur les ventes étaient utilisés pour financer la poursuite de la prospection.

À la fin des années 50, les activités minières se sont concentrées dans la région de la Thuringe orientale. La prospection avait commencé en 1950 à proximité de la station de radiumthérapie de Ronneburg. Dès le début des années 70, les mines de ce secteur ont fourni environ les deux tiers de la production annuelle de la société SDAG Wismut.

Du milieu des années 60 au milieu des années 80, les effectifs de la SDAG Wismut ont été de l'ordre de 45 000 personnes. Au milieu des années 80, ces effectifs étaient tombés à environ 30 000 personnes. En 1990, l'extraction et le traitement de l'uranium n'occupaient plus que quelque 18 000 personnes.

Des activités de prospection de l'uranium ont été menées à l'aide de diverses techniques au sol et aéroportées dans la partie méridionale de l'ex-RDA sur une vaste région d'environ 55 000 km². Quelque 36 000 sondages ont été forés sur une superficie d'environ 26 000 km². Les dépenses totales de prospection de l'uranium sur l'ensemble de la durée du programme de la RDA ont été de l'ordre de 5,6 milliards de marks de RDA.

République fédérale d'Allemagne avant 1990

À partir de 1956, des travaux de prospection ont été menés dans plusieurs régions prometteuses du point de vue géologique : les massifs hercyniens de la Forêt noire, de l'Odenwald, du Frankenwald, du Fichtelgebirge, le Haut-Palatinat, la Forêt bavaroise, le Harz, les sédiments du Paléozoïque du Massif schisteux de Rhénanie, les roches volcaniques datant du Permien et les sédiments continentaux de la région de Sarre-Nahe, ainsi que d'autres zones renfermant des formations sédimentaires prometteuses.

La première phase a comporté des levés hydrogéochimiques, des levés autoportés ou à pied et, dans une moindre mesure, des activités de prospection aéroportée. Des levés de suivi géochimique des sédiments fluviaux, des mesures du radon et des travaux radiométriques approfondis, ont été réalisés dans les zones prometteuses avant de procéder à des forages et à l'excavation de tranchées.

Tout au long des phases de reconnaissance et de prospection détaillée, les services géologiques tant de l'État fédéral que des Länder ont été associés aux activités, mais les travaux proprement dits ont été exécutés principalement par des sociétés industrielles.

Trois gisements d'intérêt économique ont été découverts : le gisement hydrothermal en partie à forte teneur, situé près de Menzenschwand, dans le sud de la Forêt Noire, le gisement sédimentaire de Müllenbach, dans le nord de la Forêt Noire, et le gisement de Grossschloppen, dans le nord-est de la Bavière. La prospection de l'uranium a cessé en 1988 dans la République fédérale d'Allemagne. À cette date, environ 24 800 sondages d'une longueur totale de 354 000 m avaient été forés. Les dépenses totales ont été de l'ordre de 111 millions d'USD.

Depuis la fin de 1990, aucune activité de prospection n'a été menée en Allemagne. Toutefois, plusieurs sociétés minières allemandes ont poursuivi des travaux de prospection à l'étranger, surtout au Canada, jusqu'en 1997.

Activités récentes et en cours

Il n'est fait mention d'aucune activité de prospection ni d'aucun projet futur en la matière.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

La dernière estimation des ressources classiques connues remonte à 1993. Ces dernières se trouvent principalement dans des mines fermées qui sont en cours de déclassement. Leur disponibilité future demeure incertaine.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	3 000

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	4 000

* Les estimations tiennent compte de pertes en cours d'extraction de 10 à 15 % et de pertes en cours de traitement de 5 %.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Toutes les ressources classiques non découvertes sont classées dans la catégorie des ressources spéculatives récupérables à des coûts supérieurs à 130 USD/kg d'U.

Ressources spéculatives

(t d'U)

Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
0	74 000	74 000

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

République fédérale d'Allemagne avant 1990

À partir de 1960, la société *Gewerkschaft Brunhilde* a commencé à exploiter un centre de traitement de l'uranium à Ellweiler (dans le Land de Bade-Wurtemberg). Cette usine, qui servait d'installation pilote pour le traitement de plusieurs types de minerai, n'avait qu'une capacité nominale de production de 125 t d'U/an. Le centre a été fermé le 31 mai 1989 après avoir produit environ 700 t d'U.

Ex-République démocratique allemande

Deux installations de traitement étaient exploitées par la société SDAG Wismut sur le territoire de l'ex-RDA. La première, située à Crossen, près de Zwickau (Saxe), a été mise en service en 1950. Le minerai y était transporté par route ou chemin de fer depuis les nombreuses mines de l'Erzgebirge. En raison de sa composition, le minerai issu de gisements hydrothermaux devait y subir une lixiviation sous pression par voie carbonatée. L'usine de Crossen, qui avait une capacité maximale de 2,5 millions de tonnes de minerai par an, a été définitivement fermée le 31 décembre 1989.

La seconde usine de traitement, située à Seelingstadt, près de Gera en Thuringe, a été mise en service en 1960 pour le traitement du minerai des gisements de schistes noirs voisins. Sa capacité maximale a été de 4,6 millions de tonnes par an. Jusqu'à la fin de 1989, le minerai silicaté y était traité par lixiviation par voie acide. Les minerais riches en carbonates ont fait l'objet d'un traitement à l'aide de la technique de la lixiviation sous pression par voie carbonatée. Depuis 1989, les activités à Seelingstadt se sont limitées au traitement des boues produites à la mine de Königstein par la méthode utilisant les carbonates.

Depuis 1992, les quantités d'uranium produites en Allemagne proviennent toutes des opérations de remise en état de la mine de Königstein.

État de la capacité théorique de production

Il n'existe aucune production commerciale d'uranium en Allemagne. Depuis 1992, seules de petites quantités d'uranium, estimées à environ 30 t d'U/a, ont été récupérées à la suite des opérations de remise en état des anciennes mines.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total jusqu'en 2001	2001 (prévisions)
Installation de traitement	209 326	0	0	0	209 326	0
Lixiviation en place* a)	5 407	0	0	0	5 407	0
Lixiviation en tas	3 955	0	0	0	3 955	0
Autres méthodes (par exemple, traitement des eaux d'exhaure, réaménagement de l'environnement)	67	30	29	28	154	20
Total	218 755	30	29	28	218 842	20

* Également qualifiée de lixiviation en tas.

a) Dans le cadre des activités de déclassement depuis 1992.

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., au Canada, et Uranerz USA Inc. (UUS), reprises à leur société-mère allemande, Uranerzbergbau GmbH (dont Preussag et Rheinbraun détiennent chacune 50 %). En conséquence il ne subsiste plus de secteur industriel de l'uranium. Le gouvernement fédéral allemand par l'intermédiaire de la société Wismut GmbH, demeure propriétaire de toutes les quantités d'uranium récupérées au cours des travaux de remise en état.

Propriété de la production d'uranium en 2000

Allemagne				Étranger				Total	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]
28	100	0	0	0	0	0	0	28	100

Emploi dans le secteur de l'uranium

Tous les effectifs sont affectés aux travaux de déclassement et de remise en état des anciennes installations de production.

Effectifs des centres de production existants
(personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
3 615	3 149	3 115	3 100

Centres de production futurs

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

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

Depuis la réunification de l'Allemagne en 1990, toute production commerciale d'uranium a cessé. Le gouvernement fédéral a assumé la responsabilité du déclassement et de la remise en état des anciens sites de production et leur a affecté une dotation au budget fédéral s'élevant à 13 milliards de DEM au total. À la fin de 2000, les dépenses atteignaient environ 6,7 milliards de DEM. Grâce aux efforts conjoints de toutes les parties engagées dans le projet de la société Wismut, des progrès importants ont été réalisés en vue de réduire sensiblement les incidences nuisibles sur l'environnement. Les dépenses engagées pour la gestion de l'environnement sont récapitulées ci-dessous.

Dépenses afférentes aux activités en matière d'environnement
(millions de DEM)

	1998	1999	2000	2001	Total
Surveillance	25,7	29,8	28,6	26,7	110,8
Réaménagement des résidus	38,5	43,5	40,7	46,7	169,4
Remise en état des sites ¹	53,8	48,3	37,3	40,7	180,1
Traitement des eaux	60,7	58,6	60,8	70,0	250,1
Gestion des stériles ²	104,4	113,6	122,1	140,3	480,4
Total	283,1	293,8	289,5	324,4	1 190,8

1. Y compris la démolition.

2. Y compris la planification, les autorisations et l'administration.

BESOINS EN URANIUM

Historique

En vertu de l'accord conclu entre le Gouvernement fédéral et les compagnies d'électricité, le 14 juin 2000, le recours à l'avenir aux centrales nucléaires sera restreint. Pour chaque tranche, la durée de vie utile résiduelle après le 1^{er} janvier 2000 sera calculée sur la base d'une durée de vie de référence de 32 années civiles à compter du démarrage de l'exploitation commerciale. En conséquence, les besoins futurs en uranium vont diminuer, mais il est impossible de donner plus de précisions sur les besoins annuels pour la période allant jusqu'en 2020.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020¹ (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
21 300	21 300	21 300	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
3 350	3 200	3 100	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. = Non disponibles.

L'Allemagne ne fait état d'aucune information sur la politique nationale relative à l'uranium, aux stocks d'uranium et au prix de l'uranium.

-
1. L'Allemagne a annoncé son intention d'abandonner progressivement le recours à l'énergie nucléaire. Toutefois, les calendriers particuliers n'ayant pas encore été définitivement arrêtés, il est impossible de faire état de prévisions exactes.

• Argentine •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET DÉVELOPPEMENT DE 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 filoniens de Schlagintweit et de La Estela dans des formations granitiques. Les ressources de ces gisements ont ensuite été extraites respectivement dans les centres de production de Los Gigantes et de La Estela. En 1968, le gisement du D^r Baulies, contenu 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 contenus 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 contenu 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. 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 sur 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 1998, atteignaient plus de 56 000 m, ont été pratiqués afin d'évaluer le potentiel des zones de paléochenaux favorables à la présence d'uranium. Ces travaux ont permis de délimiter plusieurs autres corps minéralisés 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.

Les récentes activités menées dans ce secteur peuvent se résumer comme suit :

- une étude de pré-faisabilité a été exécutée concernant le gisement d'uranium et de molybdène de Cerro Solo, et l'on a procédé à des essais préliminaires portant sur le potentiel de la structure encaissante des paléochenaux surtout à partir des renseignements obtenus grâce aux 56 800 m de forages pratiqués dans les années 90 ;

- l'évaluation des unités géologiques prometteuses s'est poursuivie à l'échelle régionale à travers le pays, de même que l'exploration de la minéralisation de Las Termas (province de Catamarca) ;
- la mise à jour de l'étude de faisabilité relative au centre de production de la Sierra Pintada (province de Mendoza) a été entreprise et servira de base aux décisions à prendre concernant de futures activités d'extraction et de traitement du minerai dans cette région.

Activités récentes et en cours

En 1999 et 2000, les activités de prospection se sont poursuivies à l'échelle tant régionale que locale. L'évaluation régionale du potentiel uranifère global de l'Argentine se poursuit également et des zones prometteuses ont été retenues en vue d'y mener des recherches géologiques plus détaillées. Dans le cadre de ces travaux, une attention toute particulière sera accordée à différents modèles métallogéniques.

On procède actuellement à l'interprétation des données obtenues par spectrométrie gamma lors de levés aéroportés (anciennes données de la CNEA et données récentes du Service géologique et minier d'Argentine [*Servicio Geologico Minero Argentino – SEGEMAR*], en vue de faciliter la prospection de l'uranium (et d'autres éléments) et la cartographie géologique. Un programme de coopération technique de l'AIEA a été approuvé pour appuyer ces activités.

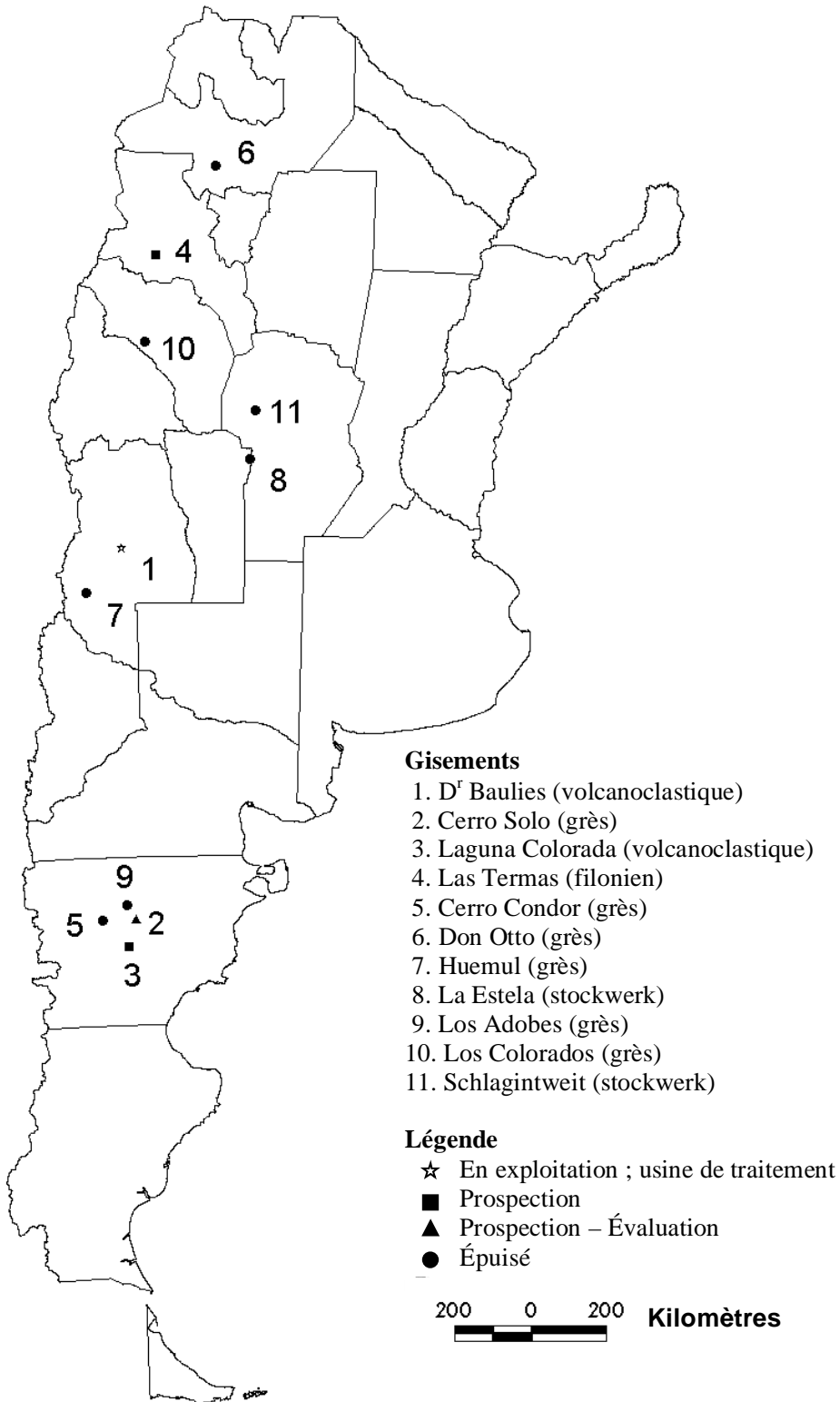
L'étude finale de faisabilité concernant le gisement d'uranium et de molybdène de Cerro Solo et la prospection des zones environnantes dans la province de Chubut ont été parachevées et le gisement a fait l'objet d'une adjudication publique au plan national et international, la période de soumission des offres ayant pris fin en mars 2001.

Le projet de réévaluation, qui est consacré au centre de production de la Sierra Pintada a été accéléré en 2000. On a exécuté un programme de sondages d'évaluation, une série d'essais en laboratoire en vue d'améliorer les méthodes de traitement, une évaluation des ressources et une enquête visant les conditions en matière d'environnement.

Statistiques de sondage de l'uranium

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Sondages exploratoires réalisés par le secteur public (mètres)	0	0	1 438	0
Nombre de trous de sondage forés par des organismes publics	0	0	15	0

Gisements d'uranium en Argentine



RESSOURCES EN URANIUM

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

Les différences relevées dans les ressources connues par rapport à l'édition de 1999 du Livre rouge découlent des nouvelles estimations relatives au gisement de Sierra Pintada après mise à jour de la base de données et prise en compte des données obtenues au cours de l'évaluation du programme de sondages réalisé en 2000.

Par rapport aux estimations précédentes, les RRA récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U et à 130 USD/kg d'U ont diminué, passant respectivement de 5 240 à 5 080 t d'U, et de 7 480 à 7 080 t d'U. Toutefois, par suite de l'évaluation actualisée, 6 110 t d'U ont été ajoutées dans la catégorie des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U, portant ainsi le total à 8 560 t d'U.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
2 640	5 080	7 080

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
2 030	2 380	8 560

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

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les RSE-II récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U (*in situ*), qui étaient estimées à 1 440 t d'U au total en 1999, restent inchangées. Ces ressources sont contenues dans le gisement de La Volanta, dans le secteur de Cerro Solo.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II
(t d'U)

Tranches de coût	
<80 USD/kg d'U	<130 USD/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 jusqu'à la fin de 2000. En outre, une installation pilote a fonctionné de 1953 à 1970.

Entre le milieu des années 50 et 1999, la production cumulée d'uranium s'est élevée à 2 509 t d'U. Depuis 1996, toute la production provient du centre de San Rafael. Les chiffres relatifs à la production sont indiqués dans le tableau ci-après.

Le complexe de la mine et de l'usine de Los Colorados (province de La Rioja) est entré en service en 1993, mais a été fermé à la fin de 1995. Ce complexe appartenait à une société privée, Uranco S.A, 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 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.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total jusqu'en 2000	2001 (prévisions)
Usine de traitement	702	0	0	0	702	0
Lixiviation en tas	1 796	7	4	0	1 807	0
Total	2 498	7	4	0	2 509	0

État de la capacité théorique de production

Le Centre de production de la Sierra Pintada (province de Mendoza), qui est la seule installation d'extraction et de traitement du minerai d'uranium en exploitation en l'Argentine, est actuellement en réserve. Aucun concentré d'uranium n'a été produit entre 1998 et 2000 selon les méthodes classiques utilisées dans le Centre. Toutefois, on a dû retraiter du concentré d'uranium pour répondre aux spécifications et on a ainsi produit 34 t d'U au total pendant cette période, mais elles n'ont pas été prises en compte dans le tableau relatif à la production. D'autres activités ont porté sur des essais visant à extraire de l'uranium des déchets issus du procédé de purification du dioxyde d'uranium.

Les recherches en cours à l'appui de l'étude de faisabilité concernant le centre de production de la Sierra Pintada, visent également à améliorer les méthodes d'exploitation minière et de traitement, et à étudier la gestion des stériles et des résidus de traitement.

Les études entreprises par le groupe sur la mise au point des techniques de traitement ont permis de faire progresser les connaissances relatives aux conditions de lixiviation et à l'emploi de différentes bactéries pour réduire les coûts de traitement. Le recours au traitement biologique est aussi envisagé afin de réduire les coûts de gestion des effluents, en ce qui concerne surtout l'élimination des nitrates.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	Complejo Minero Fabril San Rafael
Catégorie de centre de production	existant
Stade d'exploitation	en réserve
Date de mise en service	septembre 1979
Source de minerai • Nom du gisement • Type de gisement • Réserves (ressources exploitées) • Teneur (% en U)	Sierra Pintada volcanoclastique 2 440 t d'U 0,19
Exploitation minière : • Type (CO, ST, LIS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO 700 90
Installation de traitement : • Type (EI, ES, LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/EI 700 85
Capacité nominale de production (t d'U/a)	120
Projets d'agrandissement	n.d.
Autres remarques	n.d.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

À l'heure actuelle, en Argentine toute l'industrie de l'uranium est contrôlée par le secteur public.

Emploi dans le secteur de l'uranium

On s'attend à ce que le niveau de l'emploi au centre de la Sierra Pintada tombe à 62 personnes en 2001.

Effectifs des centres de production existants

(personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
80	80	70	62

Capacité théorique de production à court terme
(t d'U/a)

2001				2002				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
0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	120	120

2010				2015				2020			
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	500	120	500	0	500	120	500	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

Sous l'égide d'un projet de coopération internationale avec les pays en développement (INCO-DC) de l'Union européenne, intitulé « Stratégies innovantes pour la conservation de la qualité de l'eau dans les régions minières d'Amérique latine », des études hydrogéochimiques ont été menées dans le but de déterminer les conditions de point zéro préalablement à d'éventuels travaux miniers dans la zone du gisement d'uranium et de molybdène de Cerro Solo.

Le projet en cours visant à mettre à jour l'étude de faisabilité relative au centre de production de la Sierra Pintada privilégie les bonnes pratiques en matière d'environnement. Parmi les objectifs à court terme figurent l'amélioration du suivi des eaux superficielles et souterraines, ainsi que des études visant la gestion des déchets miniers et des résidus de traitement.

BESOINS EN URANIUM

Les besoins de l'Argentine en uranium ont été modifiés en raison de la date d'achèvement encore incertaine de la tranche II de la centrale nucléaire d'Atucha. 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 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
940	940	940	940	1 630	940	1 630	600	1 292

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
120	120	120	95	250	95	205	60	205

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Les projets que poursuit la Commission nationale de l'énergie atomique [*Comisión Nacional por l'Energía Atómica – CNEA*] pour relancer la production d'uranium en Argentine à moyen terme et qui sont décrits dans les différentes parties du présent rapport, sont le reflet d'une politique visant à trouver un juste équilibre entre les débouchés sur le marché et la réduction des incertitudes entachant l'offre et les prix.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Il n'existe aucune restriction empêchant des sociétés privées, qu'elles soient nationales ou étrangères, de participer à la prospection ou à la production d'uranium. Le cadre juridique établi en 1994-1995 régit ces activités de manière à faire en sorte que les pratiques en matière d'environnement soient conformes aux normes internationales.

STOCKS D'URANIUM

Au 1^{er} janvier 2001, l'ensemble des stocks d'uranium de la CNEA s'élevait à 110 t d'U.

Stocks d'uranium
(t d'équivalent d'U naturel)

Détenteur	Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés	Stocks d'uranium enrichi	Stocks d'uranium appauvri	Stocks d'uranium retraité	Total
État	110	0	0	0	110
Producteur	0	0	0	0	0
Compagnie d'électricité	n.d.	0	0	0	n.d.
Total	110	0	0	0	110

PRIX DE L'URANIUM

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

• Arménie •

L'Arménie n'a fourni aucune information en ce qui a trait à la prospection et à l'extraction de l'uranium, la production d'uranium, les activités liées à la protection de l'environnement et les questions socioculturelles, les politiques nationales relatives à l'uranium ou au prix de l'uranium. Le pays ne détient pas de stocks de matières renfermant de l'uranium naturel.

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 sont restés les mêmes et correspondent à l'exploitation d'une tranche de réacteur WWER-440 de la centrale nucléaire de Metsamor. Des prévisions de besoins correspondant à l'hypothèse haute sont indiquées pour tenir compte de la durée de vie nominale du réacteur, dont la puissance installée est d'environ 408 MWe.

Les besoins à long terme dépendront de la politique électronucléaire nationale. Selon le plan de développement du secteur de l'énergie en Arménie, une des solutions envisagée consisterait à construire deux nouvelles tranches nucléaires d'une puissance d'environ 600 MWe chacune.

Les prévisions en matière de puissance installée sont indiquées dans les tableaux suivants.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
408	408	408	0	408	0	600	600	1 200

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
89	89	89	0	89	0	91	91	180

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement et stocks d'uranium

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 et d'approvisionnement est demeurée inchangée au cours des deux dernières années. Comme les besoins en uranium n'ont pas changé non plus, le pays compte sur les mêmes sources d'approvisionnement russes pour se procurer l'uranium dont il a besoin.

• 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 d'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 USD/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 au jour au cours de cette seconde phase d'exploration figurent les suivants :

Gisements liés à une discordance²

District uranifère d'Alligator Rivers :	Ranger (1969), Nabarlek (1970), Koongarra (1970), Jabiluka (1971).
Province de Paterson :	Kintyre (1985).

Gisement dans un complexe bréchique

Plateau continental de Stuart :	Olympic Dam (1975).
---------------------------------	---------------------

-
1. Pour un résumé de l'historique de la prospection de l'uranium en Australie, voir I. Lambert , A. McKay et Y. Miezitis (1996), *Australia's Uranium Resources: Trends, Global Comparisons and New Developments*. (Ressources en uranium de l'Australie : Évolution, tendances globales et faits nouveaux), Bureau of Resource Sciences, Canberra. Voir aussi A. McKay et Y. Miezitis (2001), *Australia's Uranium Resources, Geology & Development of Deposits* (Ressources en uranium de l'Australie : Géologie et mise en valeur des gisements). AGSO-Geoscience Australia, Australia Mineral Resource Report 1. <http://www.ga.gov.au/pdf/RR0076.pdf>
 2. L'année de la découverte est indiquée entre parenthèses.

Australie

Gisements superficiels

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

Gisements gréseux

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

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 de années 70, les dépenses de prospection ont fortement diminué, chutant de leur niveau record de 35 millions d'AUD (94 millions d'AUD)³, en 1980, à 14 millions d'AUD (28 millions d'AUD)³, 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 6,7 millions d'AUD (7,6 millions d'AUD)³, 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.

Depuis 1994, les dépenses de prospection de l'uranium ont augmenté pour atteindre 19,37 millions d'AUD (20,3 millions d'AUD)³ 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 la même année.

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

Les dépenses de prospection de l'uranium en Australie ont diminué peu à peu, passant de 19,37 millions d'AUD en 1998 à 9,61 millions d'AUD en 1999 et à 7,59 millions d'AUD en 2000. Cette diminution est due principalement aux facteurs suivants :

- par suite de la décision prise en 1999 d'aménager le site de Beverley, les dépenses affectées à ce projet en 1999 et 2000 n'ont plus été imputées à la prospection ;
- plusieurs sociétés ont cessé leurs activités de prospection de l'uranium en Australie, au cours de cette période.

3. Dépenses exprimées en AUD de 2000.

Parmi les principales zones ayant fait l'objet de travaux de prospection de l'uranium en 1999 et 2000 figurent les suivantes :

- 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) : prospection visant la prospection de gisements de type gréseux ;
- la zone de Westmoreland (nord-ouest du Queensland) : prospection visant des gisements de type gréseux dans des sédiments du Protérozoïque du bassin de McArthur ;
- la zone d'Olympic Dam (Australie méridionale) : prospection visant des gisements dans un complexe bréchique ;
- la fenêtre tectonique du mont Isa (nord-ouest du Queensland) : prospection visant le gisement de Valhalla où la minéralisation est située dans une séquence bréchique de schistes ferrugineux, de sédiments tufacés et de basaltes datant du Protérozoïque et qui renferme de l'hématite et présente une altération sodique.

En 1997 et 1998, la société de prospection australienne *Acclaim Uranium NL* a mené une importante campagne de forage et de prospection sur le site du gisement de calcrète de Langer Heinrich, en Namibie. Aucune autre activité de prospection n'a été entreprise en 1999 et 2000.

Dépenses de prospection et activités de forage sur le territoire national

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur privé :				
• millions d'AUD	19,37	9,61	7,59	non indiquées
• millions d'USD	12,03	6,26	4,39	non indiquées
Sondages de surface réalisés par le secteur privé (m)	78 085	33 134	19 293	non indiqués
Nombre de trous de sondage forés par le secteur privé	non indiqué	non indiqué	non indiqué	non indiquées

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Du 1^{er} janvier 1999 au 1^{er} janvier 2001, les changements suivants sont intervenus dans les estimations des ressources en uranium de l'Australie entrant dans les catégories des RRA et des RSE-1 :

- les RRA récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U ont augmenté de 60 000 t d'U ;

Australie

- les RSE-1 récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U ont augmenté de 49 000 t d'U ;
- les RRA récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 USD/kg d'U ont diminué de 79 000 t d'U ;
- les RSE-1 récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 USD/kg d'U ont diminué de 10 000 t d'U.

Ces changements s'expliquent par :

- des réévaluations des ressources des corps minéralisés de Ranger N°3, Jabiluka, Olympic Dam et Westmoreland⁴ ;
- l'amélioration des taux de récupération métallurgique obtenus par l'usine de Ranger (qui sont passés de 86,8 en 1998 à 91,6, en 2000), qui a amené à augmenter les estimations de ressources récupérables à partir du corps minéralisé de Ranger N°3 ;
- la production d'uranium à partir des mines de Ranger et d'Olympic Dam, qui a atteint au total 13 563 t d'U pour 1999 et 2000 et qui a réduit les RRA bon marché.

À Olympic Dam, le cuivre constitue le produit principal, l'uranium étant un co-produit, l'or et l'argent des sous-produits.

Ressources raisonnablement assurées

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
654 000	667 000	697 000

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
185 000	196 000	233 000

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 gisements 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.

4. Les estimations les plus récentes relatives à ces corps minéralisés ont été établies par les sociétés minières.

Gisements d'uranium et zones d'intérêt en Australie



31/A/25

En ce qui concerne les ressources connues en uranium récupérables à des coûts inférieurs à 40 et à 80 USD/kg d'U, elles dépendent respectivement pour 90 et 85 % de centres de production existants.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources en uranium entrant dans les catégories des RSE-II et de RS ne sont pas estimées en Australie. De récents travaux de cartographie géologique ont montré que la fenêtre tectonique de Granites-Tanami (Territoire du Nord) comportait des dômes gneissiques archéens et des métasédiments du Paléoprotérozoïque semblables à ceux qui se trouvent dans la région d'Alligator Rivers et on la considère comme une zone propice à la présence de gisements liés à une discordance du Protérozoïque.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La production d'uranium en Australie a débuté en 1954. De 1954 à 1971, quelque 7 732 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 dans la vallée de South Alligator (Territoire du Nord) et à Radium Hill (Australie méridionale). La production a cessé une fois que les tonnages requis pour honorer les contrats ont 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 démarré 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 Olympic Dam (Australie méridionale). Le gisement minier de Nabarlek a été entièrement exploité 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.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total jusqu'en 2000	2001 (prévisions)
Total*	72 700	4 894	5 984	7 579	91 157	7 700**

* De l'uranium est obtenu comme co-produit de l'extraction du cuivre Olympic Dam où la production totale avant 1998 s'est élevée à 10 685 t d'U, alors qu'elle a atteint respectivement 1 460, 2 713 et 3 816 t d'U en 1998, 1999 et 2000.

** En 2001, l'exploitation minière par LIS à Beverley est venue grossir la production totale du pays. Pour des raisons de confidentialité, la production par LIS ne fait pas l'objet d'une notification distincte.

État de la capacité théorique de production

L'exploitation par LIS a commencé à l'échelle industrielle à Beverley en novembre 2000. L'Australie compte maintenant trois exploitations minières de l'uranium : Olympic Dam, Ranger et Beverley. En 2000, la production totale du pays a atteint le niveau record de 8 937 t d' U_3O_8 (7 579 t d'U), dont 4 500 t d' U_3O_8 (3 816 t d'U) proviennent d'Olympic Dam et 4 437 t d' U_3O_8 (3 763 t d'U) de Ranger. Aucune production n'a été notifiée pour Beverley au cours de cette année. En 2000, la production totale de l'Australie a été supérieure de 27 % à celle de 1999.

Olympic Dam

En 2000, la production à Olympic Dam a été de 41 % supérieure à celle de l'année précédente. En termes de production annuelle, cette mine d'uranium se classe désormais au deuxième rang dans le monde. Cette augmentation de la production résulte de l'important agrandissement du projet dont la

réalisation a été menée à terme en 1999, moyennant un coût total de 1,94 milliards d'AUD . Grâce à cet agrandissement, la capacité annuelle de production a été portée à 200 000 t de cuivre affiné et 4 600 t d' U_3O_8 (3 901 t d'U), la production d'or et d'argent enregistrant des augmentations proportionnelles.

Le 21 octobre 2001, la société WMC Ltd. a connu un incendie pour la seconde fois au cours des deux dernières années dans la zone d'extraction par solvants de l'installation de traitement d'Olympic Dam. La société WMC Ltd. a déclaré que la production d'oxyde d'uranium serait réduite de 1 500 t au cours des 12 prochains mois à cause de cet incendie.

Ranger

L'exploitation à l'échelle industrielle du corps minéralisé N°3 de Ranger s'est poursuivie, avec l'extraction, en 2000, de 2,4 millions de tonnes de minerai et de 4,5 millions de tonnes de morts-terrains. La société *Energy Resources of Australia Ltd* (ERA) a déclaré que l'exploitation de ce corps minéralisé devrait s'achever en 2007, ce qui sera conforme à l'exigence selon laquelle cette mine à ciel ouvert doit servir de dépôt de résidus à partir de 2008. On escompte que le traitement du minerai de Ranger sera achevé d'ici à 2010.

La nouvelle autorisation d'exploitation du complexe de Ranger a pris effet en janvier 2000, ce qui permet au complexe de continuer de fonctionner pendant 21 années de plus. Cette autorisation est subordonnée à la condition que de nouvelles prescriptions en matière d'environnement soient mises en place. Ces nouvelles prescriptions correspondent à l'évolution de la technologie et s'appuient sur les connaissances acquises grâce à l'exploitation minière dans la région au cours des vingt dernières années. Elles permettront de gérer les questions d'environnement, ce qui assurera le maintien du haut niveau de protection qui existe actuellement.

En août 2000, la société *Rio Tinto Ltd* a acquis une participation majoritaire dans l'ERA par le rachat de la société *North Ltd*. ERA Ltd. est la société qui exploite Ranger et Jabiluka.

Beverley

Les opérations industrielles ont commencé à la mine de Beverley (Australie méridionale), en novembre 2000. Il s'agit de la première mine d'uranium australienne à utiliser le procédé de lixiviation *in situ* (LIS). D'après les plans, la production annuelle devrait être d'environ 1 000 t d' U_3O_8 , (848 t d'U) et c'est le procédé par échange d'ions qui est utilisé dans l'unité de récupération d'uranium.

Jabiluka

Les travaux pour la construction de la rampe d'accès, du bassin temporaire de retenue des eaux et des installations de surface ont été achevés en 1999. En 2000, le site de Jabiluka était en réserve et faisait l'objet de mesures de maintenance du point de vue de l'environnement.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre n°1	Centre n°2	Centre n°3	Centre n°4	Centre n°5
Nom du centre de production	Ranger	Olympic Dam	Beverley	Jabiluka	Honeymoon
Catégorie de centre de production	existant	existant	existant	commandé	prévu
Stade d'exploitation	mine et usine en service	mine et usine en service	extraction par LIS et usine en service	l'aménagement de la mine a commencé en juin 1998	en attente d'autorisations gouvernementales
Date de mise en service	1981	1988	2000	~2008	n.d.
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Ranger 1, corps N°3 lié à une discordance	Olympic Dam complexe bréchiue	Beverley grès	Jabiluka lié à une discordance	Honeymoon et East Kalkaroo grès (d)
Exploitation minière : • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (t de minerai/a) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO 2,4 millions (a) 100	ST 4 millions n.d	LIS n.d. 65	ST 450 000 (c) n.d	LIS n.d. 65
Usine de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/a) pour LIS (kl/j ou l/h) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	acide CBH, LA, ES 2 millions 92	acide CBH, Flot, ES, LA 9 millions 66 (b)	EI, LA n.d. 450 l/sec. n.d.	acide CBH, ES, LA 450 000 n.d.	ES, LA n.d. 220 l/sec. n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	4 660	3 930	848	2 290	848
Projets d'agrandissement	(a)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

- a) L'objectif qui était de porter la capacité de l'installation de traitement à 2 millions de tonnes de minerai par an (4 660 t d'U/a) a été atteint en août 1997. Aux termes d'un accord passé avec le Gouvernement fédéral de l'Australie, ERA peut porter la production jusqu'à 5 090 t d'U/a, si elle estime qu'il est commercialement rentable de le faire.
- b) Source : Rapport de la société WMC Holdings à la *Securities and Exchange Commission*, Washington DC, 1992.
- c) Option de l'usine de Jabiluka : S'agissant de l'usine de Jabiluka, l'ERA se propose de traiter 450 000 t de minerai par an (2 700 t d'U₃O₈ par an ou 2 290 t d'U/a) jusqu'à la fin de la première phase. En ce qui concerne la seconde phase, elle se propose de porter la production à 900 000 t par an de minerai d'une teneur inférieure, ce qui correspond à une production moyenne d'environ 4 000 t de U₃O₈/a (3 392 t d'U/a).
- d) Le gisement de Honeymoon présente une accumulation moyenne de 0,71 m × %.

Dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement, l'ERA a envisagé les deux options suivantes pour le traitement du minerai de Jabiluka :

- l'option de l'usine de traitement de Ranger, dans laquelle le minerai serait transporté par camion jusqu'à l'usine actuelle de Ranger pour y être traité ;
- l'option de l'usine de traitement de Jabiluka, dans laquelle le minerai serait traité dans une usine à construire sur la concession minière même de Jabiluka.

La préférence d'ERA va à l'option de l'usine de traitement de Ranger, car elle aurait des incidences environnementales et sociales moindres dans la région. Le Conseil des Terres du Nord (*Northern Land Council*), qui négocie au nom des propriétaires aborigènes, a fait savoir à ERA qu'il ne prendrait en considération aucune proposition visant à transporter le minerai par camion entre la mine de Jabiluka et l'usine de traitement de Ranger au moins jusqu'en janvier 2005. La société a déclaré, par la suite, qu'elle s'attacherait dorénavant à raffiner les meilleurs produits possibles en aménageant une usine de traitement à Jabiluka. Étant donné, cependant, la persistance de l'état déprimé du marché et vu que l'ERA n'est pas disposée à exploiter de front les centres de Jabiluka et de Ranger à pleine capacité, il est probable que celui de Jabiluka sera maintenu en réserve et sous maintenance du point de vue de l'environnement dans l'avenir prévisible.

Capacité théorique de production à court terme

(t d'U/a)

2001				2002				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
9 400	9 400	9 400	9 400	9 400	10 300	9 400	10 300	9 400	10 300	9 400	10 300

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
8 200	11 600	8 200	11 600	8 200	11 600	8 200	11 600	8 200	11 600	8 200	11 600

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En août 2000, Rio Tinto a acquis une participation à hauteur de 68,39 % dans la société *Energy Resources of Australia Ltd.* (ERA) par le rachat de la société *North Ltd.* En août 2000, la société ERA, qui exploite la mine et l'usine de traitement de Ranger et le projet de Jabiluka, appartenait aux sociétés suivantes :

Société	Pourcentage sous contrôle du capital émis
Rio Tinto Ltd	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

Australie

Société	Pourcentage sous contrôle du capital émis
OKG Aktiebolag	0,54
Japan Australia Uranium Resources Development Co Ltd	10,64

Le projet d'Olympic Dam est entièrement contrôlé par la société WMC Ltd.

La mine Beverley est contrôlée à 100 % par la société *Heathgate Resources Pty Ltd*, filiale en toute propriété de *General Atomics* (États-Unis).

Propriété de la production d'uranium en 2000

Australie				Étranger				Total	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
(t d'U)	(%)	(t d'U)	(%)	(t d'U)	(%)	(t d'U)	(%)	(t d'U)	(%)
0	0	4 061	53,6	196	2,6	3 321	43,8	7 579	100

Emploi dans le secteur de l'uranium

Les effectifs des centres de production australiens ont très légèrement diminué en 2000, mais augmenteront en 2001 par suite de la mise en service de la mine de Beverley.

Effectifs de centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
501	565	526	596

Centres de production futurs

Projet de Honeymoon (LIS)

Les gisements situés à Honeymoon et aux alentours appartiennent à la société *Southern Cross Resources Australia Pty Ltd* (SRC). Les ressources qu'ils renferment et qui sont récupérables par LIS s'établissent comme suit :

Gisement ou zone d'intérêt	Catégorie de ressources	Ressources (t d'U ₃ O ₈)	Teneur (% d'U ₃ O ₈)
Honeymoon (y compris son prolongement)	mesurées	3 700	0,156
East Kalkaroo	indiquées	900	0,14
Goulds Dam	présumées	18 000	0,098

Le gisement de Honeymoon est de type « *roll-front* » et se situe au niveau d'une interface d'oxydation-réduction dans des sables 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 de l'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 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$. 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.

La société *Southern Cross Resources* se propose de mettre en place une exploitation d'uranium par LIS à l'échelle industrielle, alimentée par les gisements de Honeymoon et de East Kalkaroo. La capacité de production prévue serait de 1 000 t d' $\text{U}_3\text{O}_8/\text{a}$ (848 t d'U/a). Comme cela est indiqué plus haut, l'uranium sera récupéré dans l'usine de traitement à l'aide du procédé d'extraction par solvant.

Le projet d'exploitation industrielle par LIS produira des quantités considérables d'effluents liquides. Les diverses options envisagées pour évacuer ces effluents liquides ont été décrites dans le projet de déclaration relative aux incidences sur l'environnement. La méthode d'évacuation préconisée par la société minière consiste à réinjecter les effluents liquides dans les sables de base (« *Basal Sands* ») par des puits d'évacuation. La société minière prétend que le renvoi de ces effluents liquides dans les sables de base n'aura que des incidences négligeables sur les eaux souterraines, en raison de leurs niveaux naturels déjà élevés de salinité, et de leur contamination par l'uranium et le radium.

Les niveaux de salinité dans l'aquifère du paléochenal sont élevés. Le total des solides dissous (TDS) varie de 10 000 à 20 000 mg/l et les niveaux de salinité augmentent en fonction de la profondeur. Sur la base du seul TDS, les eaux souterraines dans le paléochenal sont d'une façon générale impropres à l'abreuvement du bétail. Le TDS de l'eau dans les sables de base dépasse le seuil de tolérance pour la consommation animale. En général, l'eau qui se trouve dans les sables supérieurs (« *Upper Sands* ») ne convient pas non plus à la consommation animale et frôle la limite supérieure pour les moutons qui sont nourris au fourrage sec.

Le projet a été approuvé officiellement en novembre 2001 après évaluation de la déclaration d'incidences sur l'environnement et exécution de recherches hydrogéologiques complémentaires.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Activités de réglementation

Territoire du Nord

Il incombe au Gouvernement fédéral de superviser la gestion du point de vue de l'environnement des mines d'uranium dans la région d'Alligator Rivers, qui est une terre fédérale. La mine de Ranger, la mine de Jabiluka (qui fait l'objet d'une procédure de prise en charge et d'entretien, après les

Australie

premiers travaux d'aménagement) et la mine de Nabarlek (épuisée et où les travaux de réaménagement sont presque achevés) se trouvent toutes dans cette région. Le Gouvernement du Territoire du Nord, quant à lui, est responsable de la réglementation courante des activités minières, les compétences étant définies par un ensemble de textes législatifs et d'accords passés entre les deux gouvernements afin de limiter le plus possible les incidences de l'exploitation minière de l'uranium sur l'environnement.

Le contrôle et la surveillance du point de vue de l'environnement des opérations menées dans la région d'Alligator Rivers sont assurés par l'Expert à l'environnement [*Supervising Scientist*], qui est un agent officiel du Gouvernement fédéral dont les pouvoirs découlent de la Loi sur la protection de l'environnement (Région d'Alligator Rivers) [*Environment Protection (Alligator Rivers Region) Act*]. Bien qu'il ne soit pas responsable de la réglementation, son avis doit être sollicité et pris en considération par les autorités de contrôle du Territoire du Nord, chaque fois qu'elles prennent des décisions visant les incidences potentielles de l'extraction et du traitement du minerai 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 Nabarlek (1979) et de Ranger (1980). Le Bureau joue également le même rôle dans le cas de l'aménagement de Jabiluka. 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 contre les effets de l'exploitation minière et pour en assurer le réaménagement. 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.

Australie méridionale

Il incombe au gouvernement de l'État d'Australie méridionale de réglementer les projets d'Olympic Dam et de Beverley. Le premier de ces projets est principalement régi par une législation particulière de l'État, à savoir la Loi de 1982 relative à Roxby Downs (ratification du contrat) telle que modifiée [*Roxby Downs (Indenture Ratification) Act 1982 as amended*]. Le second est réglementé en vertu d'une série de textes législatifs de l'État d'Australie méridionale applicables à l'exploitation minière, notamment celle des substances radioactives.

Le Ministère des industries de base et des ressources primaires [*Department of Primary Industries and Materials*] réglemente les activités minières courantes, tandis que le Ministère des services sociaux [*Department of Human Services*] est chargé des questions de radioprotection.

Évaluation des incidences sur l'environnement

Nouvelle législation en matière d'environnement

Une nouvelle législation fédérale de portée générale en matière d'environnement, à savoir la Loi de 1999 sur la protection de l'environnement et la préservation de la biodiversité [*Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999 (EPBC Act)*], qui est entrée en vigueur le 16 juillet 2000, a pour objectif de mieux protéger l'environnement en Australie et préserver sa biodiversité.

Cette Loi constitue la réforme la plus fondamentale du droit environnemental australien depuis le début des années 70. Elle remplace un certain nombre de lois, dont la Loi de 1974 sur la protection de l'environnement (incidences des propositions) [*Environment Protection (Impact of Proposals) Act 1974 (EPIP Act)*] en vertu de laquelle les projets d'exploitation minière de l'uranium ont été évalués par le passé. La nouvelle Loi fixe des délais précis pour la prise de décisions et rationalise les procédures d'autorisation par les pouvoirs publics.

Cette législation en matière d'environnement a pour finalité essentielle d'offrir aux gouvernements des États et du Territoire, ainsi qu'aux parties prenantes, un cadre plus assuré et d'une plus grande transparence dans l'application de la législation. Le rôle du Gouvernement fédéral se limite à des situations bien précises où l'activité proposée a des incidences importantes sur les aspects d'importance environnementale nationale. Parmi ces aspects figurent toutes les activités nucléaires, par exemple les projets d'exploitation minière de l'uranium.

Les projets entrepris sous le régime de l'ancienne législation (Loi de 1974) ou dont l'évaluation relevait encore d'une législation antérieure au 1^{er} juillet 2000, ou encore dont l'évaluation a été agréée en vertu d'une législation antérieure au 1^{er} juillet 2000, ne sont pas touchés par la nouvelle législation, à moins que l'activité visée n'ait été notablement modifiée. La Loi de 1974 continue de s'appliquer à ces projets, y compris ceux qui sont en cours d'évaluation, comme le projet de Honeymoon en Australie méridionale (voir plus bas).

Récents procédures d'évaluation des incidences sur l'environnement

Olympic Dam

Le projet d'agrandissement d'Olympic Dam 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 de l'Australie méridionale. Cette évaluation a abouti à la délivrance d'autorisations en matière d'environnement qui permettent au projet de s'agrandir à condition qu'aucune modification notable ne soit apportée aux techniques d'exploitation minière et que ni les systèmes de gestion des résidus, ni les prélèvements d'eau à partir du Grand Bassin artésien ne soient modifiés au-delà de ce qui a déjà été approuvé par l'État d'Australie méridionale.

Beverley

En mars 1999, les autorités fédérales et le Gouvernement de l'État d'Australie méridionale ont approuvé l'aménagement de la mine de Beverley, après avoir évalué ensemble la Déclaration d'incidences sur l'environnement (DIE).

Dans le cadre de la procédure d'évaluation, le Ministre fédéral de l'environnement [*Commonwealth Environment Minister*] a ordonné à la société exploitante de réaliser des travaux supplémentaires pour confirmer que l'aquifère de Beverley et les autres aquifères environnants, y compris l'aquifère du Grand Bassin artésien, sont totalement indépendants du point de vue hydraulique. Cette confirmation était nécessaire pour pouvoir autoriser l'évacuation des déchets liquides par réinjection dans l'aquifère de Beverley.

Australie

Le Bureau des sciences rurales [*Bureau of Rural Sciences – BRS*] a été chargé de procéder à une évaluation indépendante des données hydrologiques disponibles, y compris celles tirées des travaux complémentaires exécutés par la société exploitante. L'évaluation du BRS a montré que l'aquifère de Beverley est isolé du Grand Bassin artésien et des autres eaux souterraines environnantes. Il est donc possible de confiner les déchets liquides dans la partie nord de l'aquifère de Beverley où ils demeureront durablement isolés de la biosphère. Cette solution offre des avantages notables par rapport aux autres options en matière d'évacuation, comme l'évaporation des liquides dans d'immenses bassins en surface.

Honeymoon

La société *Southern Cross Resources Australia Pty Ltd* (SCR) poursuit la mise en œuvre de sa proposition d'aménagement du projet d'exploitation d'uranium à Honeymoon. Elle projette de produire par LIS jusqu'à 1 000 t d' U_3O_8 /an (848 t d'U/an). La proposition 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, conformément à la Loi de 1974.

La SCR a diffusé le 7 juin 2000 un projet de DIE pour commentaires de la part du public, puis, le 22 novembre suivant, elle a diffusé un Supplément de réponse à la DIE qui traite les observations reçues au cours de la phase de commentaires de la part du public.

Le projet de DIE et le Supplément de réponse ont été évalués conjointement par les organismes de l'État d'Australie méridionale et le Ministère fédéral de l'environnement et du patrimoine [*Commonwealth Government Department of the Environment and Heritage*].

En février 2001, le Ministre fédéral de l'environnement a fait savoir qu'avant de pouvoir prendre une décision définitive visant la proposition, des informations détaillées complémentaires étaient requises concernant l'hydrologie des aquifères de Honeymoon. À propos de l'évacuation des déchets liquides par réinjection dans l'aquifère des sables de base, le Ministre a déclaré qu'il devait avoir confiance non seulement dans les caractéristiques de toute migration des déchets réinjectés, mais aussi dans le fait qu'il n'y aurait pas de conséquences nuisibles pour l'environnement. Cela exigeait des essais supplémentaires visant les limites de l'aquifère, la chimie des eaux souterraines connexes et l'efficacité des puits de surveillance.

S'agissant de ces travaux supplémentaires, la société minière était tenue :

- de procéder à des essais de pompage et à des sondages stratigraphiques pour déterminer les limites hydrogéologiques et les caractéristiques de l'aquifère et des couches encaissantes, y compris toute fuite entre les aquifères ;
- de caractériser les processus chimiques qui pourraient se produire dans toute dispersion d'effluents liquides afin de déterminer les modifications chimiques et physiques et la vitesse probable de retour à des valeurs comparables à celles de l'eau souterraine naturelle dans l'aquifère ;
- de prouver l'efficacité du système de surveillance afin de déceler toute excursion possible due aux opérations par LIS, à l'injection d'effluents liquides dans l'aquifère des sables de base et à l'extraction d'eau souterraine de l'aquifère des sables supérieurs.

Jabiluka

L'évaluation de la proposition visant le gisement de Jabiluka s'est achevée en août 1998 lorsque l'autorisation environnementale a été accordée au projet de l'ERA de traiter le minerai d'uranium à Jabiluka, à condition que les résidus de traitement soient en totalité remis sous terre. Cette autorisation faisait suite à une première autorisation, délivrée en août 1997, qui approuvait la solution ayant la préférence de l'ERA et consistant à traiter le minerai de Jabiluka à l'usine de Ranger, sous réserve de plus de 70 exigences à respecter 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 projet de Jabiluka a fait l'objet d'un examen très minutieux du Comité du patrimoine mondial étant donné qu'il se trouve à proximité du Parc national de Kakadu. En avril 1999, l'Expert à l'environnement a remis à ce Comité son évaluation du projet de Jabiluka. La conclusion générale de son rapport était que les valeurs naturelles du patrimoine mondial que représente le Parc national de Kakadu ne seraient pas menacées par l'aménagement de la mine de Jabiluka. Un groupe d'experts scientifiques indépendants a été constitué par le Conseil international des unions scientifiques (CIUS) à la demande du Centre du patrimoine mondial afin d'examiner le rapport de l'Expert à l'environnement. En mai 1999, ce groupe d'experts a remis son rapport à ce dernier. L'Expert à l'environnement a soumis un rapport complémentaire au Centre du patrimoine mondial traitant les questions soulevées dans l'examen du Groupe d'experts.

En juillet 1999, le Comité du patrimoine mondial se proposait d'examiner si l'aménagement du site de Jabiluka était de nature à « mettre en danger » les valeurs du patrimoine mondial que représente le Parc national de Kakadu. À sa réunion de juillet 1999, le Comité du patrimoine mondial a décidé de ne pas inscrire Kakadu sur la « Liste du patrimoine mondial en danger ». Dans sa décision, le Comité a demandé au groupe d'experts de continuer de collaborer avec l'Expert à l'environnement et l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN) en vue de résoudre les éventuelles questions scientifiques en suspens.

Le Groupe d'experts, accompagné d'un représentant de l'UICN, s'est rendu dans la région en juillet 2000. Dans son rapport au Bureau du patrimoine mondial, le Groupe d'experts a constaté que l'Expert à l'environnement avait recensé et analysé avec un haut degré de certitude tous les principaux risques d'atteintes aux valeurs naturelles du patrimoine mondial que représente le site du Parc national de Kakadu, qu'il a été démontré que ces risques sont infimes, voire négligeables, et que l'aménagement de l'usine proposée à Jabiluka ne devrait pas menacer les valeurs naturelles de patrimoine mondial du Parc national de Kakadu. À sa réunion de novembre 2000, le Comité du patrimoine mondial a décidé que le projet de mine et d'usine de traitement à Jabiluka ne mettait pas en danger les valeurs naturelles du Parc national de Kakadu.

Surveillance

Ranger

La mine de Ranger demeure la seule mine en exploitation dans le Territoire du Nord. La mine de Nabarlek, où la production a cessé en 1988, fait actuellement l'objet des derniers stades de réaménagement. Les problèmes à long terme de mise en place et de surveillance d'un couvert végétal permanent n'ont pas encore été résolus. Le Département des mines et de l'énergie du Territoire du Nord [*Northern Territory Department of Mines and Energy – NTDME*] continue d'assurer la surveillance environnementale du site.

Australie

Le programme de surveillance de l'environnement à Ranger est l'un des plus complet au monde. La société minière établit le programme qu'elle souhaite mettre en œuvre en application de la procédure d'autorisation décrite plus haut. Le programme définitif comprend l'échantillonnage régulier des eaux de surface et souterraines en des points fixes, le programme d'analyse étant adapté aux conditions prévalant sur le site. Par exemple, les sondages peuvent être qualifiés de primaires, secondaires ou tertiaires, en fonction de leur emplacement par rapport à toute dispersion d'infiltration ou front de contamination, qu'il soit connu ou prévu. Le programme régulier comprend aussi le prélèvement d'échantillons pour la surveillance de la qualité de l'air et de la radioactivité, l'échantillonnage du sol et l'évaluation de la végétation dans les zones d'irrigation utilisées pour l'évacuation des eaux d'exhaure, ainsi que la surveillance biologique des rives des ruisseaux durant la saison des pluies lorsque ceux-ci sont en eau. Les autres volets du programme visent certains événements et comprennent notamment des programmes chimiques et biologiques particuliers liés aux rejets d'eau à partir des structures de confinement se trouvant sur le site. Le programme définitif, y compris les points et les fréquences d'échantillonnage, ainsi que les programmes d'analyse, est établi dans l'autorisation d'exploitation.

Jabiluka

Le site et la concession minière du projet de Jabiluka font l'objet d'un programme de surveillance intensive. Celui-ci a été mis au point par la société minière de concert avec les principales parties prenantes et est inscrit dans l'autorisation que le Premier ministre du Territoire du Nord [*Chief Minister of the Northern Territory*] a délivrée en vertu de la Loi de 1979 sur l'extraction du minerai d'uranium (protection de l'environnement) [*Uranium Mining (Environment Control) Act 1979 – UMEC*]. À ce jour, aucune preuve d'incidences nuisibles n'a été décelée hors du site du projet.

Olympic Dam

D'après les termes du contrat, la société exploitante (WMC Ltd) doit rédiger et mettre en œuvre un programme de gestion de l'environnement qui doit être examiné et soumis au Gouvernement de l'État pour approbation tous les trois ans. Depuis le milieu de 1998, la société WMC a mis en œuvre un nouveau système de gestion de l'environnement qui est conforme à la norme ISO 14001, après son approbation par le Gouvernement de l'État d'Australie méridionale. Le système est étayé par un Manuel de gestion de l'environnement [*Environmental Management Manual – EMM*] et sept Programmes de gestion de l'environnement [*Environmental Management Programme – EMP*] qui sont axés sur les aspects et les incidences liés au projet qui risquent le plus de causer une dégradation de l'environnement, notamment les eaux souterraines, la gestion des résidus et la radioactivité. L'EMM actuel a été approuvé pour la période de trois ans s'achevant le 28 février 2002, tandis que les EMP sont révisés et publiés chaque année après approbation du gouvernement.

Chaque année, la société WMC met en diffusion publique un rapport sur les activités en matière d'environnement menées dans le cadre de chaque EMP. Aucun problème majeur n'a été signalé dans le rapport diffusé pour l'exercice s'achevant le 28 février 2000.

Depuis 1996, les dispositions en matière de gestion et de surveillance de l'environnement prises par la société WMC ont aussi fait l'objet d'un audit annuel indépendant. Jusqu'à présent, aucun de ces audits n'a relevé d'éventuels manquements ou écarts graves dans les méthodes appliquées susceptibles d'entraîner un risque notablement accru pour l'environnement.

Beverley

Avant de démarrer l'exploitation à Beverley, la société minière a dû soumettre un Plan triennal de gestion et de surveillance de l'environnement [*Environmental Management and Monitoring Plan – EMMP*] et le faire approuver. Ce Plan, qui a reçu l'aval du Gouvernement de l'État d'Australie méridionale en novembre 2000, prévoit une surveillance exhaustive de l'hydrologie de surface, de l'hydrogéologie, de la végétation et de la topographie générale, de la radioactivité et des émissions dans l'atmosphère, de la météorologie et de la gestion des déchets. Le Plan prévoit aussi de soumettre tous les trois ans le programme de protection de l'environnement à des audits indépendants.

Les résultats de la surveillance de l'environnement seront communiqués dans un rapport annuel mis à la disposition du public. Le premier de ces rapports couvrira les résultats pour l'année civile 2001.

Bassins de retenue des résidus

Ranger

L'une des exigences primordiales en matière d'environnement visant toutes les mines d'uranium de la région d'Alligator Rivers est que les résidus doivent être enfouis sous terre dans un dépôt à la fin de l'exploitation. Dans le cas de Ranger, il s'agira des mines épuisées N°1 et 3. Lorsque les opérations de traitement ont démarré à Ranger en 1980, les résidus étaient déposés dans un bassin de décantation prévu à cet effet et situé à environ 1 km à l'ouest de l'usine de traitement. Ce bassin a été conçu en tant que structure destinée à retenir l'eau, avec un noyau central en argile compactée entouré de zones filtrantes à granulométrie continue, et est soumis à toutes les prescriptions réglementaires de conception et de comportement ainsi qu'à toutes les obligations juridiques applicables à de telles structures. Le bassin mesure environ 1 km de côté et sa profondeur a été augmentée à quatre reprises, la dernière portant la crête du noyau à 44,5 m au-dessus du niveau de la mer, mais seulement à environ 25 m au-dessus du sol. À l'origine, l'évacuation des résidus s'effectuait sous l'eau afin de réduire les émanations de radon. Cette pratique a été abandonnée après que des essais, réalisés en 1986, ont montré que le même niveau de réduction des émissions de radon pouvait être obtenu en maintenant les résidus à l'état humide. L'évacuation à l'air libre a donc été pratiquée jusqu'à la fin de l'exploitation minière de la mine N°1 en 1996. Environ 18 millions de mètres cubes de résidus ont été déposés dans ce bassin de décantation. L'évacuation à l'air libre a permis d'obtenir une meilleure sédimentation, une moindre séparation des fines et un matériau plus homogène dans le bassin.

Une fois que la mine N°1 a été aménagée pour servir de dépôt de résidus, l'évacuation y a été transférée. À l'origine, il s'agissait d'un système de dépôt sous eau à partir d'une série de tuyaux de décharge répartis sur le pourtour de l'excavation ; toutefois, des plages ont commencé à se former au bout de quelques mois et étaient visibles au-dessus du bassin de décantation. Malheureusement, une succession de saisons des pluies supérieures à la moyenne a provoqué une accumulation d'eau en excès dans la mine, de sorte que le dépôt s'effectue à nouveau essentiellement sous eau. Toutefois, en 1999, on a procédé à des essais en vue de tester une technique qui permettrait de déverser les résidus au centre du bassin grâce à une conduite de décharge fixée à un ponton. Les essais ont été concluants et la nouvelle technique est désormais la seule à être utilisée. Afin de tenter d'améliorer la sédimentation des résidus dans la mine N°1, la société minière a testé diverses techniques à base de pâtes épaissies, mais aucune jusqu'à présent ne s'est avérée assez efficace pour être adoptée.

Australie

En vue de préparer le transfert des résidus au moment du réaménagement définitif de la mine, on a procédé en 1999 à un transfert expérimental de 1 million de mètres cubes à l'aide d'une drague suceuse à désagrégateur flottant sur le bassin de décantation et acheminant par des tuyaux les boues jusqu'à la mine N°1. Bien que le transfert matériel des résidus ait été concluant, la méthode s'est avérée impropre à l'utilisation en fin de compte, prenant trop de temps et aboutissant à des densités de sédimentation dans la mine qui ne respectait qu'à peine le minimum réglementaire de 1,2 t/m³. La société minière a donc abandonné son projet d'utiliser des dragues et étudie actuellement une solution de rechange fondée sur le recours à des camions et à des pelles mécaniques. Les études se poursuivront.

Jabiluka

Il a été proposé qu'au cas où l'on procéderait à des opérations d'extraction et de traitement sur le site de Jabiluka, tous les résidus produits feraient l'objet d'un confinement en souterrain, principalement par remblayage cimenté des chambres d'abattage, et tous les résidus subsistants seraient placés dans des silos spéciaux, aménagés sur demande dans une couche de grès inerte située au-dessus de la roche encaissante minéralisée. L'utilisation de résidus sous forme de pâte épaissie pour ces deux types d'opérations fait l'objet de recherches.

Olympic Dam

À Olympic Dam, la taille du bassin de retenue des résidus a augmenté sensiblement par suite de l'achèvement, en 1999, de l'important agrandissement du projet qui a porté la production annuelle de cuivre de 85 000 à plus de 200 000 tonnes, accroissant par la même occasion la production connexe d'uranium, d'or et d'argent. La quantité annuelle de résidus a aussi augmenté, passant de 2,7 millions à plus de 7 millions de tonnes.

La fraction grossière des résidus sert au remblayage en souterrain. Pour le système de rétention de la fraction fine, on continue d'utiliser la méthode classique du dépôt provisoire, deux cellules de résidus supplémentaires ayant été construites pour recevoir le surplus de résidus généré par l'agrandissement du projet. Les dépôts provisoires couvrent actuellement une superficie d'environ 360 ha et sont complétés par quatre bassins destinés à l'évaporation des résidus liquides.

Gestion des stériles

Ranger

À Ranger, les stériles stockés sont classés en sept catégories en fonction de leur teneur en uranium. Les stériles non contaminés contiennent moins de 0,02 % d'U₃O₈ en poids ; tous les autres stériles ayant des niveaux plus élevés de minéralisation doivent être gérés de telle manière que les écoulements ne puissent se déverser directement dans l'environnement hors du site. Les déchets sont stockés dans des halles distinctes en fonction de leur teneur afin de faciliter le mélange des stériles de teneur intermédiaire destinés à alimenter l'usine de traitement et de permettre de mettre en place directement les stériles à teneurs les plus faibles en vue de leur intégration ultérieure dans le schéma de restauration définitive. Tous les stériles, autres que les stériles non contaminés, doivent être recouverts lors des travaux de réaménagement afin de réduire les émanations de radon. La méthode actuelle consiste à recouvrir d'un mètre de stériles non contaminés les matières minéralisées à faible teneur (comprise entre 0,02 et 0,12 % d'U₃O₈) ; les stériles sont mis en place en deux couches de 500 mm chacune. La première est tassée par le passage d'engins mécaniques de type compacteur. La seconde est défoncée pour faciliter la pénétration d'eau et d'air et de favoriser ainsi la croissance des plantes.

Jabiluka

Par stériles non contaminés, on entend des stériles contenant moins de 0,02 % d' U_3O_8 , qui sont à l'heure actuelle exclusivement constitués par des grès de Kombolgie. Ces matériaux sont stockés à l'intérieur d'une zone clôturée du site et des précautions sont prises pour faire en sorte que les éventuels sédiments produits par altération due aux intempéries et entraînés par ruissellement, soient immobilisés sur le site. Toute la roche extraite à partir de la zone se trouvant sous la discordance à la base du grès, a été traitée comme un matériau minéralisé. Il s'agit surtout de schistes qui, parallèlement à la minéralisation uranifère, contiennent des quantités variables, mais toujours faibles, de sulfures réactifs et présentent donc un risque potentiel de générer des eaux de drainage acides. Ces deux types de déchets ont été entreposés sur une plate-forme construite à façon qui comporte un socle à double revêtement et un système de drainage sous-jacent qui achemine les écoulements vers le bassin de décantation intermédiaire, qui constitue un réservoir étanche. Une couverture en matière plastique très résistante a été installée par-dessus le tas de stériles afin d'empêcher les eaux de pluie de ruisseler sur le tas ou de s'y infiltrer et d'entraîner ainsi d'éventuels produits d'altération due aux intempéries ou de l'eau contaminée vers d'autres parties du site. Cette couverture a été fabriquée à façon pour résister à des conditions météorologiques rigoureuses, pouvant atteindre la tempête.

Olympic Dam

Il existe deux ensembles distincts d'installations de traitement du minerai et des stériles : le premier est lié au puits Whenan, tandis que le second est rattaché au puits Robinson. Les stériles sont broyés séparément en souterrain avant d'être remontés vers la surface à l'aide de bennes spécifiques installées dans les puits. Une fois à la surface, les stériles sont transportés par camion vers l'installation de remblayage ou la verse à stériles.

Après l'achèvement de l'extraction finale à partir des chambres primaires, celles-ci sont remblayées à l'aide d'un matériau constitué par des stériles broyés et des résidus de traitement auxquels on ajoute du ciment Portland. Le matériau de remblayage est injecté directement dans la chambre à partir la surface par des forages de 300 mm de diamètre.

Gestion des effluents

Ranger

Les écoulements et les infiltrations à partir de tous les tas de résidus, autres que les stériles non contaminés, doivent être immobilisés à l'intérieur du site jusqu'à ce qu'ils puissent être rejetés de manière contrôlée. Parmi les stratégies approuvées figurent : l'irrigation par aspersion de parcelles de brousse à l'intérieur de la concession minière ; la purification de l'eau en la faisant passer par le filtre d'un marais artificiel avant de s'en servir à des fins d'irrigation ou de la rejeter directement dans un ruisseau dans des conditions contrôlées de débit et après que des tests biologiques et chimiques préliminaires appropriés ont validé l'opération. Toutes les eaux de ruissellement passent par une forme ou une autre de dispositif de rétention ou de piège à sédiments afin de réduire la migration des sédiments hors du site.

Jabiluka

L'eau de ruissellement provenant des stériles non contaminés traverse des barrières et des structures de protection contre l'envasement avant d'être déversée dans les cours d'eau naturels. De même, on laisse se déverser dans les cours d'eau les eaux de ruissellement provenant des zones de brousse non perturbées qui se trouvent à l'intérieur du périmètre du projet. Les infiltrations souterraines dans les ouvrages et les écoulements provenant de zones où une contamination à partir des matières minéralisées pourrait intervenir, sont confinés dans le bassin de décantation intermédiaire. Le système de gestion des eaux en place est celui qui a été approuvé pour la première phase de construction. Comme le projet a été placé en mode « prise en charge et entretien », le système a dû être adapté pour permettre la prise en charge des précipitations d'une saison des pluies ayant une période de récurrence de 10 000 ans. Au cours de la saison des pluies, seules les eaux de ruissellement en surface sont déversées dans le bassin de décantation intermédiaire. Les infiltrations souterraines demeurent dans les ouvrages. Lorsque le niveau du bassin de décantation intermédiaire atteint le niveau maximal d'exploitation autorisé, le trop-plein d'eau peut être envoyé sous terre par pompage. Cette eau est d'abord traitée dans une installation d'osmose inverse avant d'être utilisée pour irriguer les zones remises en végétation à l'intérieur du périmètre clôturé du projet. En aucun cas, il n'est permis de laisser cette eau s'écouler hors du site.

Olympic Dam

Contrairement à Ranger et Jabiluka, Olympic Dam est situé dans une région aride. Le coût élevé de l'eau incite fortement à en réduire l'utilisation au minimum et, autant que possible, toutes les eaux résiduelles industrielles sont recyclées dans l'usine de traitement afin d'en récupérer les composants minéraux utiles et de réduire la consommation d'eau. Les eaux pluviales collectées dans les secteurs endigués de l'usine métallurgique continuent d'être récupérées et refoulées par pompage dans le circuit d'eaux résiduelles. Les écoulements d'eaux pluviales provenant des autres zones imperméables à l'intérieur de l'usine sont acheminés vers des puisards sans peau d'étanchéité et peuvent s'infiltrer et s'évaporer. On procède à la collecte et à l'utilisation de ces eaux après de fortes précipitations, bien que cela se produise rarement étant donné le faible niveau de pluviosité dans la région.

Réaménagement des sites

Ranger

Lorsque les activités d'extraction et de traitement du minerai prendront fin, le site de Ranger sera réaménagé de manière à ce qu'il puisse être intégré au Parc national de Kakadu avoisinant, sans qu'il faille le gérer d'une manière notablement différente du Parc proprement dit. Pendant toute la vie active de la mine, les autorités ont encouragé des travaux de réaménagement progressif. Bien que les détails définitifs des critères de conception technique, et donc de la forme de relief finale, n'aient pas encore été définitivement mis au point, le but et les objectifs de la restauration ont été approuvés par l'ensemble des principales parties prenantes, s'agissant des aspects liés au couvert végétal, à la radioprotection et à l'érosion. La zone réaménagée chaque année a représenté une superficie comprise entre 1 et 10 ha, selon les conditions d'exploitation. Dans certains cas, la restauration remonte à plus de 10 ans et fournit des données utiles concernant tant les techniques de remise en végétation que les méthodes d'évaluation qui ont donné des résultats satisfaisants.

Jabiluka

Toutes les zones qui ont été déblayées au cours de la première phase de construction à Jabiluka, mais qui ne servent plus à l'exploitation, ont été remises en végétation à l'aide d'espèces naturelles endémiques de la région. Le rétablissement du couvert végétal a été facilité par la disponibilité d'eau d'irrigation provenant de l'installation d'osmose inverse. L'ensemble des bâtiments, équipements et personnels non indispensables a été retiré du site et les perturbations du terrain sont réduites au minimum.

Olympic Dam

Le plan de déclassement du site n'a pas encore été mis au point, non seulement à cause de la très longue durée de vie active du projet, mais aussi parce qu'il est souhaitable d'intégrer dans ce plan les résultats des recherches en cours relatives aux procédures de réaménagement.

Beverley

Le réaménagement de la mine de Beverley constituera un processus continu qui démarrera aussitôt que possible après que les activités de LIS auront pris fin dans chaque zone. Les critères de fermeture préliminaire et définitive, dans le contexte d'une restauration à long terme, seront mis au point en consultation avec les autorités compétentes de l'État.

Aspects sociaux et/ou culturels

Ranger est situé dans une concession octroyée en vertu de la Loi sur l'énergie atomique [*Atomic Energy Act*] et forme une sorte d'« enclave » complètement entourée par le Parc national de Kakadu, qui est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial. C'est pourquoi il est indispensable que la mine n'ait pas sur l'environnement d'incidences nuisibles susceptibles de causer des dommages en dehors du site. En outre, le terrain appartient à des propriétaires aborigènes traditionnels et est détenu en vertu du « Titre indigène » [*Native Title*]. Aucune des activités menées sur la concession minière ne peut être entreprises à l'insu des propriétaires traditionnels.

Une évaluation des incidences sociales et culturelles du projet de Ranger a été intégrée dans l'Étude des conséquences sociales sur la région de Kakadu qui a été réalisée en liaison avec le projet d'aménagement de la mine d'uranium de Jabiluka. L'étude a été achevée en 1997 et le rapport définitif a formulé un nombre important de recommandations visant les activités à mener dans les domaines de l'éducation, de l'emploi, du logement, du développement commercial, de la santé, des sports et des loisirs. Le rapport contenait également des suggestions concernant la mise en place d'un centre documentaire à l'intention des femmes et abordait divers sujets liés à l'avenir économique et politique de la population aborigène de la région et de la ville de Jabiru. Divers organismes locaux et nationaux ont créé des comités et des groupes de travail bien placés pour appliquer ces recommandations. Certains résultats intéressants ont déjà été obtenus, notamment l'établissement d'un Service sanitaire aborigène et la fourniture de fonds affectés à des programmes en la matière à l'école régionale de Jabiru. Un rapport faisant le point des résultats obtenus a été publié en juin 2000.

Australie

Olympic Dam

La société WMC a mis en œuvre une politique en direction des populations indigènes, comportant l'emploi dans l'ensemble de l'Australie (y compris à Olympic Dam) de Préposés aux relations avec le public qui sont chargés d'assurer en permanence le lien avec les communautés. Conformément à cette politique, la WMC a activement mené des consultations concernant le patrimoine aborigène avec tous les groupes se prévalant du Titre indigène et d'autres groupements aborigènes concernés. La société a pour règle générale d'éviter tous les sites ethnographiques et de s'abstenir de perturber les sites archéologiques autant possible.

Beverley

Avant d'aménager le projet de Beverley, la société *Heathgate Resources* avait conclu des accords miniers avec un certain nombre de requérants aborigènes, qui avaient introduit des requêtes en se prévalant du Titre indigène couvrant la zone du projet de Beverley. Aux termes de ces accords, la société *Heathgate Resources* s'est engagée à verser des subventions et des redevances, à s'efforcer de recruter au moins 20 % d'Aborigènes parmi les effectifs de personnel employé à Beverley et à former tous ses agents et sous-traitants à la culture et au patrimoine aborigènes. La somme globale versée aux communautés aborigènes avait atteint près de 400 000 USD au début de 2001 et l'objectif en matière d'emploi de personnel aborigène était en voie de réalisation.

Le Plan de gestion et de surveillance de l'environnement, qui a été approuvé, prévoit que les autorisations relatives au site (s'il y a lieu) dans le cas des zones intéressant les Aborigènes, seront accordées par des représentants des requérants se prévalant du Titre indigène. Toutes les procédures d'autorisation visant le patrimoine seront exécutées conformément aux dispositions de la législation fédérale et de l'État d'Australie méridionale concernant le patrimoine aborigène.

BESOINS EN URANIUM

L'Australie ne possédant pas de centrale nucléaire commerciale, n'a donc aucun besoin en uranium.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Après son élection en mars 1996, le gouvernement de coalition Libéral/National a abandonné la politique du gouvernement précédent (connue sous le nom de politique des « des trois mines »), qui restreignait la mise en valeur de nouvelles mines d'uranium en Australie. La politique du gouvernement actuel est d'approuver les nouvelles mines et exportations d'uranium à condition que soient observées des prescriptions strictes en matière d'environnement, de patrimoine et des garanties de non-prolifération nucléaire. En ce qui concerne les intérêts des Aborigènes, le Gouvernement s'est engagé à procéder à des consultations en bonne et due forme des communautés autochtones concernées.

Les contrats d'exportation d'uranium restent soumis à l'approbation du Gouvernement, mais ne font plus l'objet d'examen minutieux à des fins de fixation des prix.

En novembre 1996, le gouvernement a annoncé que, par suite de l'abandon de la politique des « trois mines », la stratégie en matière d'investissements étrangers, qui s'applique au secteur minier en général, s'étendrait aussi désormais au secteur de l'uranium. En conséquence, tout investissement étranger supérieur aux seuils de notification dans le secteur de l'uranium sera dorénavant soumis à un critère d'« intérêt national », mais aucune restriction spéciale n'est applicable à ces investissements. L'établissement de toute nouvelle mine d'uranium impliquant un investissement égal ou supérieur à 10 millions d'AUD, ou l'acquisition d'une participation importante dans une mine d'uranium existante d'une valeur égale ou supérieure à 5 millions d'AUD, exigera une autorisation préalable, mais aucune objection ne sera soulevée à moins que la proposition ne soit considérée comme contraire à l'intérêt national. On ne signale aucune modification importante au cours des deux dernières années.

STOCKS D'URANIUM

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

PRIX DE L'URANIUM

Les prix annuels moyens de l'uranium exporté d'Australie s'établissent comme suit :

Année	Prix annuel moyen à l'exportation (AUD/kg d'U)
1990	61,08
1991	71,01
1992	57,43
1993	60,28
1994	53,06
1995	55,74
1996	53,96
1997	48,93
1998	57,28
1999	54,32
2000	57,37

• Belgique •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Jusqu'en 1977, seuls quelques indices d'uranium étaient connus en Belgique. Ceux-ci étaient liés en général à des schistes noirs d'âge viséen supérieur-namurien dans le bassin de Dinant et d'âge révinien dans le massif de Stavelot, ou associé 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 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 (renfermant plus de 1 % d'équivalent d'uranium en certains points) dans des formations de grès schisteux 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 de 1979 à 1982. Au cours de cette campagne, différentes méthodes géochimiques et géophysiques ont été appliquées (radon dans les eaux de source, radon dans le sol, spectrométrie gamma) pour les indices découverts au cours de la seconde phase, ainsi que des fouilles et sondages de faible profondeur (environ 10 m). Le Service géologique a prélevé des carottes de sondage à plus grande profondeur et a réalisé des diagraphies dans des sondages, 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, la quantité d'uranium contenu dans les indices présentant une teneur supérieure à 100 ppm est inférieure 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 P₂O₅ de ce bassin permet de fixer les ressources non classiques en uranium à environ 40 000 t d'U. Ce chiffre comprend quelque 2 000 t d'U renfermées dans des zones se prêtant à l'extraction des phosphates, bien que les concentrations soient inférieures à 10 % de P₂O₅ et à 100 ppm d'équivalent d'uranium.

RESSOURCES EN URANIUM

La Belgique ne possède aucune ressource classique connue (RRA et RSE-I) et n'a pas inventorié de ressources classiques non découvertes (RSE-II et SR).

PRODUCTION D'URANIUM

En septembre 1998, la société *Prayon-Rupel Technologies* (PRT) a décidé de cesser toute récupération d'uranium à partir des phosphates importés. Depuis 1999, l'installation fait l'objet de travaux de décontamination de démantèlement. Ces travaux devraient être achevés à la fin du mois de juin 2001.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total jusqu'en 2001	2001 (prévisions)
Autres méthodes (par exemple, traitement des eaux d'exhaure, réaménagement de l'environnement)	671	15	0	0	686	0
Total	671	15	0	0	686	0

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

Nom 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 • Tonnage (t de minerai/a) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	aucune
Installation de traitement : • Type • Tonnage (t de minerai/a) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	DEPA-TOPO 130 000 t de P ₂ O ₅ /a
Capacité nominale de production (t d'U/a)	45
Projets d'agrandissement	aucun

Belgique

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La capacité de production de 45 t d'U appartient à 100 % à une société privée, la Société Prayon Rupel Technologies (PRT). Toute la production d'uranium est vendue à SYNATOM, la compagnie belge en charge du cycle du combustible nucléaire.

Effectifs des centres de production existant (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
6	6	5	5*

* Jusqu'à la fin de juin 2001, correspondant à la fin des travaux de décontamination et de démantèlement menés par la PRT.

Centres de production futurs

Aucune nouvelle capacité de production d'uranium n'est actuellement prévue en Belgique pour la période allant de 1999 à 2020.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune activité en la matière.

BESOINS EN URANIUM

La puissance nucléaire installée en Belgique reste inchangée, s'établissant à 5 713 MWe (nets). Aucun changement n'est intervenu dans les besoins en uranium, ni dans la stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	3 966*	5 713*

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	730*	1 050*

* Estimation du Secrétariat.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

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

• Brésil •

PROSPECTION ET EXTRACTION DE L'URANIUM

Historique

C'est en 1952 que le Conseil national de la recherche du Brésil a entrepris la prospection systématique des minéraux radioactifs. Ces travaux ont permis de découvrir les premiers indices d'uranium à Poços de Caldas (État de Minas Gerais) et à Jacobina (État de Bahia). En 1955, un accord de coopération technique a été conclu avec le gouvernement des États-Unis en vue d'évaluer le potentiel uranifère du Brésil. Après la création de la Commission nationale de l'énergie nucléaire [*Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN*], une division de la prospection minérale a été mise en place en 1962 avec le concours du Commissariat français à l'énergie atomique (CEA).

Au cours des années 70, la CNEN a intensifié ses activités de prospection visant les minéraux radioactifs, ayant à sa disposition davantage de ressources financières. Un nouvel élan a été donné en 1974, lorsque le gouvernement a créé NUCLEBRÁS, organisme ayant pour mission exclusive de prospecter et de produire de l'uranium. L'un des premiers résultats obtenus par ces organismes publics a été la découverte et la mise en valeur du gisement d'Osamu Utsumi sur le plateau de Poços de Caldas.

Vers la fin de 1975, le Brésil et l'Allemagne ont signé un accord de coopération pour l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Cet accord a servi de base à un ambitieux programme de développement de l'énergie nucléaire, qui nécessitait également un accroissement des activités de prospection de NUCLEBRÁS. Ceci a conduit à la découverte de huit zones renfermant des ressources en uranium, à savoir le plateau de Poços de Caldas, Figueira, le Quadrilátero Ferrífero, Amarinópolis, Rio Preto/Campos Belos, Itataia, Lagoa Real et Espinharas, toutes découvertes et évaluées par NUCLAM, une entreprise conjointe germano-brésilienne.

En 1991, la société *Industrias Nucleares do Brasil* (INB) a mis fin à ses travaux de prospection de l'uranium, conformément à la restructuration du programme brésilien de développement de l'énergie nucléaire de 1988.

Activités récentes et en cours

À la suite de la restructuration du programme nucléaire brésilien en 1988, les activités dans le secteur de l'uranium ont été confiées à un organisme dénommé *Urânio do Brasil S.A.*, qui est une filiale de la société INB, holding chargé des activités liées au cycle du combustible nucléaire. Après une nouvelle réorganisation en 1994, les activités d'*Urânio do Brasil* ont été transférées à l'INB.

En 1995, on a entrepris des études de faisabilité relatives au projet d'exploitation minière de Lagoa Real, qui ont été achevées en 1996. L'exploitation à Lagoa Real a démarré au milieu de 2000.

Depuis 1991, aucun programme de prospection de l'uranium n'a été mené et le montant total des dépenses consacrées au programme brésilien de prospection depuis la création de NUCLEBRAS est estimé à environ 150 millions d'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 bréchiées) ;
- 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 [albititiques]) ;
- autres gisements, notamment celui du Quadrilátero Ferrífero renfermant les gisements de Gandarela et de Serra des Gaivotas (conglomérats à galets de quartz).

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

Les ressources classiques connues du Brésil ont été estimées avant 1992. Au 1^{er} janvier 2001, l'ensemble des ressources connues du Brésil s'élevait à un total de 262 200 t d'U dans la catégorie des ressources *in situ* récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U. Ces ressources incluent : 162 000 t d'U dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U, dont 56 100 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U ; les 100 200 t d'U restantes sont des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

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

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*
(t d'U)

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

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et SR)

Les estimations relatives aux ressources non découvertes, qui demeurent inchangées depuis 1992, sont résumées dans les tableaux suivants.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*
(t d'U)

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

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources spéculatives*
(t d'U)

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

* S'agissant de ressources *in situ*.

PRODUCTION D'URANIUM

L'installation de production de Poços de Caldas, dont la capacité nominale est de 425 t d'U/a, est entrée en service en 1982. Elle a appartenu à l'entreprise d'État NUCLEBRÁS jusqu'à la restructuration des activités nucléaires du Brésil, en 1988. NUCLEBRÁS a été dissoute et ses actifs ont été transférés à *Urânio do Brasil S.A.* Depuis qu'*Urânio do Brasil S.A.* a été à son tour dissoute en 1994, la production d'uranium est contrôlée à 100 % par la société d'État *Industrias Nucleares do Brasil S.A.* (INB).

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 vers la fin de 1993 et s'est poursuivie jusqu'en octobre 1995. Après deux ans de maintien en réserve, le centre de Poços de Caldas a été fermé en 1997 et un programme de déclassement a été lancé en 1998.

Brésil

Le Centre de production de Lagoa Real, dirigé par l'INB, est entré en service au milieu de 2000 et devrait atteindre sa capacité nominale en 2001.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total jusqu'en 2001	2001 (prévisions)
Usine de traitement	1 030	0	0	0	1 030	0
Lixiviation en tas	0	0	0	80	80	250
Total	1 030	0	0	80	1 110	250

État de la capacité théorique de production

Après la fermeture du centre de Poços de Caldas en 1997, la production a démarré à Lagoa Real, en 1999.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La propriété du secteur de l'uranium au Brésil est à 100 % entre les mains du Gouvernement représenté par la société d'État INB. Celle-ci contrôle les installations en exploitation à Lagoa Real, qui constituent l'Unité de concentrés d'uranium, et gère le déclassement des zones minières du centre de Poços de Caldas. Des études sont en cours visant la mise au point d'autres utilisations pour les installations industrielles qui s'y trouvent.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	Poços de Caldas	Lagoa Real	Itataia
Catégorie de centre de production	existant	existant	prévu
Stade d'exploitation	fermé	en exploitation	étude de faisabilité
Date de mise en service	1981	1999	n.d.
Source de minerai :			
• Nom du gisement	Mine de Cercado	Cachoeira Quebradas	Itataia
• Type de gisement	en remplissage de cheminées bréchiques	Métasomatiques	Phosporite
• Réserves (ressources exploitées)		12 700 t d'U	67 700 t d'U
• Teneur (% d'U)		0,26	0,08
Exploitation minière :			
• Type		CO	CO
• Tonnage (t de minerai/j)		1 000	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)		90	50

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)
(au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	Poços de Caldas	Lagoa Real	Itataia
Installation de traitement			
• Type (EI/ES/LA)	LA/ES	LET/ES	Flot./LA/ES
• Tonnage (t de minerai/j)	25 000	1 000	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	80	80	70
Capacité nominale de production (t d'U/a)	425	250	325
Projets d'agrandissement	aucun	oui	n.d.
Autres remarques	fermé en 1997	démarrage en 2000	sous-produit

Emploi dans le secteur de l'uranium

Le Centre de production de Lagoa Real emploie du personnel spécialisé provenant du centre de Poços de Caldas.

Effectifs des centres de production existants
(personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
180	110	110	110

Centres de production futurs

Dans le centre de production prévu d'Itataia, l'uranium serait récupéré comme sous-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 2020.

Capacité théorique de production à court terme
(t d'U/a)

2001				2002				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
250	250	250	250	250	250	250	250	340	665	340	665

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
340	665	340	665	340	665	340	665	340	665	340	665

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Politiques et réglementations gouvernementales

Les politiques et réglementations gouvernementales en matière d'énergie nucléaire sont établies par la Commission nationale de l'énergie nucléaire [*Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN*]. Des règlements d'application générale sont édictés dans les Lignes directrices fondamentales de radioprotection [*Diretrizes Básicas de Radioproteção*] [NE-3.01] du 1^{er} août 1988 et dans un règlement spécifique visant le déclassement des bassins de retenue de résidus, intitulé Sûreté des bassins de retenue de résidus contenant des radionucléides [*Segurança de Sistema de Barragem de Rejeito Contendo Radionuclédeos*] (Ne-1.10) du 27 novembre 1980.

En l'absence de règlement spécifique, les recommandations de la CIPR et de l'AIEA sont applicables.

Poços de Caldas

Le complexe minier et industriel du plateau de Poços de Caldas [*Complexo Minerário-Industrial do Planalto de Poços de Caldas – CIPC*] est situé dans le district de Caldas au sud-ouest de l'État de Minas Gerais. Avant la récente mise en service du centre de production de Lagoa Real, il s'agissait de la seule installation au Brésil, appartenant à la société Industrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), à produire du concentré d'uranium sous forme de diuranate d'ammonium (DUA).

Cette mine exploitée à ciel ouvert, a, au niveau de la surface, un diamètre de 1 000 m et sa profondeur moyenne est de 120 m. Quelque 47 millions de m³ de morts-terrains, de minerai et de stériles ont été extraits de la mine.

Environ 10 millions de m³ des morts-terrains extraits ont été réutilisés comme remblai dans plusieurs installations et ouvrages de génie civil du CIPC, tandis que le reste des matériaux extraits a été déposé dans deux zones prévues à cet effet, ayant l'une et l'autre une superficie d'environ 200 ha.

De 1982 à 1996, l'exploitation minière de l'uranium a produit environ 45 millions de m³ de stériles. Ces matériaux, qui se caractérisent par une teneur en uranium soluble inférieure à 200 ppm d'U₃O₈, ont été répandus sur 172 ha de terrains naturels. Sur les cinq tas de stériles existants, on estime que deux, à savoir les N°4 et 8, présentent un risque notable du point de vue de l'environnement en raison du volume important de leurs eaux de drainage acides. L'oxydation de la pyrite favorise cette acidification. Le reste des stériles est déposé dans différentes zones conçues à cet effet autour de la mine à ciel ouvert et entre 1993 et 1996, des stériles ont été entreposés à l'intérieur même de l'excavation.

Le tas de stériles N°4 contient 12,4 millions de m³ de stériles et de déblais miniers répartis sur une superficie de 57 ha dont la hauteur ne dépasse pas 90 m. Ces stériles proviennent en majeure partie de l'exploitation minière du « corps minéralisé B », qui était fondamentalement renfermé dans un corps bréchique se présentant sous forme de cheminée, qui provenait de l'intrusion syénitique qui se rencontre communément dans ce district minier. La matrice présentait une texture semblable à de la tinguaitite imprégné de matières hydrothermales, telles la pyrite, la fluorine, les minéraux d'uranium, le molybdène et le zirconium, ainsi que de faibles quantités de galène, de sphalérite et de barytine. Du kaolin comble souvent les fractures ou est disséminé dans les zones poreuses des brèches. L'uranium

présent dans la matrice était soit d'origine primaire liée aux flux hydrothermaux ascendants qui ont imprégné le corps bréchique, soit le résultat d'une reconcentration secondaire due à l'effet des processus d'oxydoréduction. L'usine de traitement, lorsque qu'elle fonctionnait à pleine capacité, traitait 2 500 t de minerai par jour et les résidus solides et liquides étaient acheminés vers un bassin de retenue des résidus qui renferme environ 2 millions de m³ (2,2 millions de tonnes) de déchets solides. On estime qu'environ 120 000 m³ de résidus supplémentaires y seront stockés. Dans sa partie supérieure, le bassin de retenue des résidus a une superficie d'environ 20 ha.

Depuis la mise en service en 1982, les mesures de contrôle suivantes ont été prises pour réduire au minimum l'incidence de ces tas sur l'environnement :

- Le volume annuel moyen des eaux traitées par des procédés chimiques est d'environ 900 000 m³.
- En 1994, quelque 2 millions de m³ d'eaux de drainage acides ont été traités moyennant des coûts d'exploitation de 610 000 USD. Bien que l'efficacité du système de gestion des résidus ait été reconnue, l'INB recherche toujours une solution à long terme pour la mine à ciel ouvert, les tas de stériles et le bassin de décantation des résidus.
- La recherche de sites d'évacuation appropriés a, avant tout, été axée sur la stabilité du soubassement, puis sur des considérations économiques fondées sur la distance et la topographie. Le tas de stériles N°4 a été construit dans la vallée du ruisseau Consulta près de la mine à ciel ouvert, parce que les caractéristiques géologiques et géotechniques évaluées par des examens sur le terrain n'ont pas révélé d'instabilités ou de risques de rupture des digues. On ne rencontre pas de tourbe ni de sol tendre le long des rives du ruisseau et de ses affluents. La vallée est formée exclusivement d'une surface continue de saprolite, sol provenant de la décomposition de roches alcalines dures très résistantes. L'ensemble de cette surface est recouvert d'une couche de graviers limoniteux, d'argile et de sable de 0,3 m d'épaisseur.
- Avant de déposer les stériles dans la vallée, on a construit des systèmes de drainage profond constitués de stériles recouverts de matériaux de transition et d'argile placés au fond dans le but de drainer l'eau. Afin d'assurer la stabilité matérielle du dépôt et de réduire tout risque de dégradation des eaux du ruisseau Consulta, le cours du ruisseau a été détourné sur environ 500 m à l'intérieur de la zone de dépôt des stériles vers un point en aval. Le tas a été recouvert sur toute sa surface d'une couche d'argile compactée de 30 cm d'épaisseur pour empêcher les eaux de pluie de s'infiltrer dans les stériles. La pente définitive du tas varie entre 0,5 et 1 %, ce qui permet aux eaux de pluie s'écoulant de cette plate-forme de se déverser dans l'environnement en passant par le système de drainage. Des solutions de remplacement au reboisement ont été expérimentées en vue de stabiliser le dépôt, de le protéger contre l'érosion pluviale et éolienne, mais aussi, dans une certaine mesure, contre les infiltrations d'humidité dans le tas de stériles.
- La surveillance des eaux du ruisseau Consulta a révélé une augmentation notable de l'uranium et des éléments plus stables entraînés par lixiviation par les eaux s'écoulant du tas de stérile. Ces eaux sont en général acidifiées par l'oxydation des pyrites renfermées dans les stériles et présentent les caractéristiques radiologiques et chimiques suivantes : teneur (en Bq.l⁻¹) : ²²⁶Ra = 0,30, ²²⁸Ra = 0,20, ²³⁸U = 79,3 ; teneur (en mg.l⁻¹) Mn = 80, Al = 170, Fe = 2,1, Ca = 95, SO₄ = 1 300, F = 100, et pH = 3,5.

Brésil

- Les limites admissibles pour l'eau destinée à être rejetée dans l'environnement, mesurées au point de surveillance sont les suivantes : $^{226}\text{Ra} = 1,0 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$, $^{228}\text{Ra} = 1,0 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$, $^{238}\text{U} = 1,0 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ et $\text{Mn} = 1,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{Al} = 0,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{F} = 1,4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Il s'ensuit qu'une réduction massive de la concentration d'U, Mn, Al et F est nécessaire, et a été réalisée en canalisant ces eaux jusqu'à l'usine de traitement à la chaux. Les solides précipités sont acheminés soit vers l'installation de traitement chimique soit vers le bassin de retenue des résidus, tandis que la surverse liquide est dirigée vers les bassins de sédimentation des solides avant d'être rejeté dans l'environnement.

Le principal objectif de cette étude est de déterminer les caractéristiques chimiques des tas de stériles du CIPC – informations parmi les plus importantes concernant la stabilisation définitive – de manière à pouvoir réduire à l'avenir au minimum le traitement des effluents.

Le Programme de protection et de contrôle de l'environnement de la zone de Poços de Caldas a pour objectif de stabiliser les zones potentielles de pollution, de les rétablir dans leur topographie initiale ou de les aménager en ayant recours à d'autres formes de remise en état du site.

Unité de Lagoa Real/Caetité

Les aspects liés au déclassement ont largement été pris en compte dans la planification et la conception du projet de Lagoa Real. Plusieurs lignes de conduite ont déjà été définies dans le cadre du projet.

Le réaménagement de la zone d'extraction sera assuré par le noyage de la mine à ciel ouvert en détournant le ruisseau Cachoeira vers son lit initial. Tous les niveaux de la mine se trouvant au-dessus du plan d'eau seront revégétalisés. On procédera à la remise en végétation des talus et des zones de la mine après que l'exploitation minière aura cessé dans chaque zone concernée.

Les tas de stériles et les déchets solides (minerai lixivié) seront recouverts d'une couche imperméable d'argile compactée et remis en végétation.

Les installations de lixiviation comprennent deux zones distinctes : les tas de minerai et les bassins de lixiviats d'uranium. Dans le premier cas, il s'agira tout d'abord de retirer la couche protectrice et de la décharger dans les tas de stériles. Toute la superficie de la zone sera contrôlée et au cas où des valeurs supérieures au fond naturel seraient relevées, elle serait recouverte d'une couche de matériaux inertes, puis d'une couche de sol organique, avant d'être remise en végétation. Les bassins de lixiviats seront drainés et le liquide sera traité à la chaux, acheminé vers les bassins d'effluents liquides et recouvert de sol organique inerte, puis remis en végétation.

Pour le déclassement des bassins de rétention, on aura recours aux mêmes procédures que dans le cas des bassins de lixiviats.

Les autres unités, bâtiments, structures et pièces d'équipement seront répertoriés, contrôlés, décontaminés et évalués dans la perspectives d'autres utilisations possibles.

En ce qui concerne la phase de production, un Programme de surveillance environnementale et radiologique en cours d'exploitation est appliqué depuis 1990.

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 t d'U/an. Avec l'achèvement et le démarrage vers le milieu de 2000 de la tranche Angra II, équipée d'un REP de 1 245 MWe, les besoins en uranium augmenteront de 310 t d'U/an au-delà du premier cœur. De plus, la mise en service de la tranche Angra III (semblable à Angra II) est escomptée vers 2004.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 875	1 875	3 120	3 120	3 120	3 120	3 120	1 855*	8 000*

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
450	450	1 040	470	810	470	810	460*	1 980*

* Estimation du Secrétariat.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Après avoir achevé la mise en service du Centre de Caetité/Lagoa Real, l'INB axe son attention sur les gisements d'Itataia (État de Ceará). Bien que ces gisements représentent la plus importante réserve d'uranium au Brésil, à l'heure actuelle les activités minières sont tributaire, au plan économique, de l'exploitation du phosphate associé. Il s'ensuit que, même si l'on estime que l'extraction d'uranium entre dans la catégorie à faible coût, la rentabilité du projet dépend de la production d'acide phosphorique. Ces activités sont donc tributaires de l'instauration de partenariats avec des entreprises privées intéressées par ce marché.

Il existe un accord de coopération entre l'INB et le secteur minier brésilien visant à traiter les concentrés des minéraux contenant de la tantalite et de la colombite et de produire du concentré d'uranium comme sous-produit. Les ressources en uranium associé au concentré de tantalite et de colombite ne sont pas prises en compte dans les chiffres de ressources indiqués par le Brésil en vue de l'établissement du Livre rouge.

Par l'intermédiaire de l'INB, le Brésil s'intéresse à des projets de co-entreprises avec des partenaires nationaux ou internationaux afin de participer au marché mondial de l'uranium. Quelques producteurs internationaux d'uranium étudient les données relatives aux gisements de Rio Cristalino (État de Pará) et de quelques autres régions, dans la perspective de la conclusion d'un accord commercial.

STOCKS D'URANIUM**Total des stocks d'uranium**
(t d'équivalent d'U naturel)

Détenteur	Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés	Stocks d'uranium enrichi	Stocks d'uranium appauvri	Stocks d'uranium retraité	Total
Secteur public	81	0	0	0	81
Total	81	0	0	0	81

PRIX DE L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

• **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/Elliot Lake (Ontario) et enfin, vers la fin des années 1960, 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, 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 présence 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 2000, l'ensemble des dépenses canadiennes de prospection de l'uranium a atteint 31 millions d'USD, alors que les activités de forage de prospection de l'uranium et les travaux de sondage en surface représentaient près de 77 000 m, chiffre en baisse par rapport aux 89 000 m notifiés en 1999. 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 12 millions d'USD en 2000, en hausse par rapport aux 9,5 millions d'USD indiqués en 1999. Ces dernières années, le nombre de sociétés menant d'importants programmes de prospection au Canada a diminué.

En 1999 et 2000, plus de 90 % des travaux combinés de prospection et de forage en surface ont été réalisés en Saskatchewan. En 2001, l'ensemble des forages de prospection de l'uranium ne devrait pas dépasser environ 70 000 m.

Les trois principales sociétés, qui ont dépensé la quasi-totalité des 31 millions d'USD engagés en 2000, sont : *Corporation Cameco*, *Cigar Lake Mining Corporation* et *Cogéma Resources Inc.* Les dépenses de la société Cogéma Resources Inc. 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, par 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 le Nunavut, des travaux ont été exécutés le long de la formation Kiggavik, ainsi que sur la bordure occidentale et la partie nord-est du bassin de Thelon.

**Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium et activités de forage
sur le territoire national (millions de CAD)**

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses de prospection du secteur privé	22	14	18	18
Dépenses de prospection du secteur public	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Total partiel des dépenses de prospection	22	14	18	18
Total partiel des dépenses d'aménagement	38	35	28	5
DÉPENSES TOTALES (millions de CAD)	60	49	46	23
DÉPENSES TOTALES (millions d'USD)	41	33	31	15
Forages d'exploration exécutés par le secteur privé (m)	89 000	86 000	76 000	69 000
Nombre de trous de sondage d'exploration forés par le secteur privé	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Forages d'exploration exécutés par le secteur public (m)	0	0	0	0
Nombre de trous de sondage d'exploration forés par le secteur public	0	0	0	0
Total partiel des forages d'exploration (m)	89 000	86 000	76 000	69 000
Total partiel des trous de sondage d'exploration	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

**Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium et activités de forage (suite)
sur le territoire national (millions de CAD)**

Total partiel des forages de développement	6 000	3 000	1 000	1 000
Total partiel des trous de forage de développement	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL DES SONDAGES (m)	95 000	89 000	77 000	70 000
NOMBRE TOTAL DE TROUS DE SONDAGE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

**Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium à l'étranger
(millions de CAD)**

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses de prospection du secteur privé	4	4	5.5	5
Dépenses de prospection du secteur public	0	0	0	0
Total partiel des dépenses de prospection	4	4	5.5	5
Total partiel des dépenses d'aménagement	0	0	0	0
DÉPENSES TOTALES (millions de CAD)	4	4	5.5	5
DÉPENSES TOTALES (millions d'USD)	3	3	4	3

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les estimations au 1^{er} janvier 2001 des ressources canadiennes connues en uranium récupérables à un coût inférieur ou égal à 80 USD/kg d'U ont augmenté, s'établissant à environ 437 000 t d'U contre 417 000 t d'U au 1^{er} janvier 2000. Cette révision en hausse de quelque 5 % est surtout imputable aux ressources de McArthur River qui, par suite d'un programme intensif de forages souterrains, ont augmenté de plus de 50 %. Au 1^{er} janvier 2001, les ressources en uranium récupérables à un coût inférieur ou égal à 40 USD/kg d'U s'élevaient à environ 380 000 t d'U, soit une légère hausse par rapport aux 372 000 t d'U notifiées en 1999.

La majeure partie des ressources canadiennes connues en uranium se trouve dans les gîtes liés aux discordances du Protérozoïque du bassin d'Athabasca (Saskatchewan) et du bassin de Thelon (Nunavut). 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 pechblendite 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 ou 5 %, et dépassent même 20 % 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 raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
277 990	314 560	314 560

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
102 810	122 390	122 390

* On a tenu compte, dans le calcul des ressources classiques connues, des pertes en cours d'extraction (environ 20 %) et des pertes en cours de traitement (environ 3 %).

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et SR)

L'évaluation au 1^{er} janvier 2001 est identique à celle du 1^{er} janvier 1999 en ce qui concerne les tonnages de RSE-II et de RS.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II

(t d'U)

Tranches de coût	
<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
50 000	150 000

Ressources spéculatives

(t d'U)

Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
700 000	0	700 000

Toutes les ressources entrant dans la catégorie des RRA et des RSE-1, récupérables à un coût inférieur à 40 USD/kg d'U, ainsi que 90 % de celles des mêmes catégories récupérables à un coût inférieur à 80 USD/kg d'U, relèvent de centres de production existants ou commandés.

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 engendrée 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 de sorte qu'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 le niveau record de 12 200 t d'U en 1959, après quoi elle a commencé à diminuer en l'absence de nouveaux contrats d'approvisionnement pour la défense. 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 annuelle 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

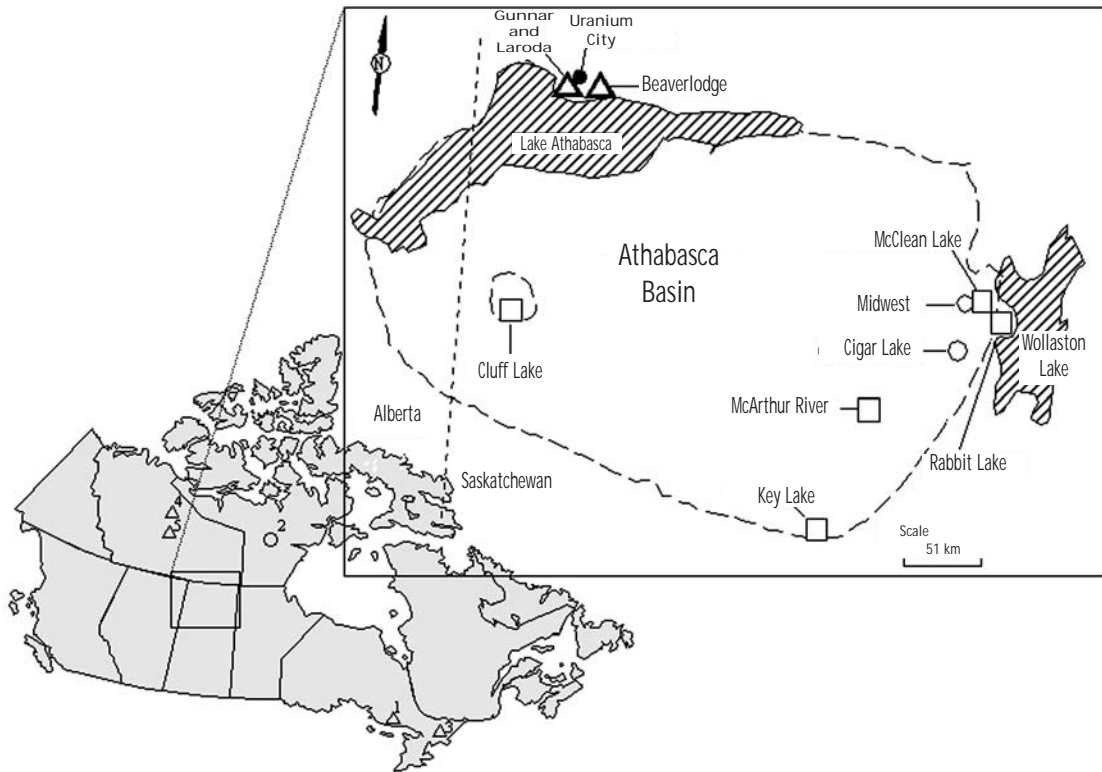
La réduction de la capacité théorique de production des installations canadiennes existantes survenue au début des années 90 par suite de la fermeture de plusieurs installations à Elliot Lake, a été contrebalancée par la mise en service de nouvelles exploitations minières en Saskatchewan où sont situés tous les projets canadiens d'exploitation de l'uranium. À l'heure actuelle, la production canadienne d'uranium demeure en deçà de sa pleine capacité théorique. La faiblesse des prix sur le marché de l'uranium et le passage à l'exploitation de nouvelles mines d'uranium à forte teneur ont incité à opérer des réductions de production en 1999. Ainsi, la production canadienne, qui dépassait 12 000 t d'U en 1997, est retombée à 10 922 t d'U en 1998 et à 8 214 t d'U en 1999. Toutefois, en 2000, la production s'est redressée à 10 683 t d'U, avec le succès de la mise en production des nouvelles installations de McClean Lake et de McArthur River.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total jusqu'en 2001	2001 (prévisions)
Usine de traitement	310 704	10 922	8 214	10 683	340 523	11 250
Total	310 704*	10 922	8 214	10 683	340 523	11 250

* Production primaire. Jusqu'en 1996, quelque 50 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 ne sont plus traités au Canada.

Mines d'uranium au Canada



□ **Mines en production**

Rabbit Lake
Cluff Lake
Key Lake
McClean Lake
McArthur River

○ **Gisements mis en valeur**

Midwest
Cigar Lake
Kiggavik (2)

△ **Anciennes mines productrices**

Beaverlodge et autres
Gunnar & Lorado et autres
Agnew Lake (1)
Madawaska et autres (3) [Bancroft]
Port Radium (4)
Rayrock [Marian River] (5)
Quirke/Panel/Denison/Stanleigh et autres [Elliot Lake] (1)

Saskatchewan

La société *Cameco* contrôle à 100 % et exploite seule le centre de production de Rabbit Lake qui a produit 2 705 et 2 790 t d'U respectivement en 1999 et 2000. Cette chute brutale par rapport aux 4 491 t d'U produites en 1998 s'explique par les réductions de production appliquées par *Cameco* en novembre 1998, qui ont inclut la suspension de l'exploitation minière et une réduction de la cadence de traitement à Rabbit Lake. En août 2000, *Cameco* a annoncé qu'elle prolongerait l'arrêt temporaire des travaux d'extraction à Rabbit Lake jusqu'en 2001. En conséquence, lorsque le stock de minerai existant sera épuisé (ce qui devrait intervenir en juin 2001), l'usine de traitement sera mise en réserve pour une durée d'environ un an, suivant les conditions du marché. *Cameco* procède à une réévaluation du plan

d'exploitation de sa mine d'Eagle Point, à Rabbit Lake, en vue d'en améliorer la productivité et devrait solliciter en 2001 l'autorisation réglementaire requise pour reprendre les activités à Rabbit Lake sur la base du plan d'exploitation minière révisé.

Le centre de production de Key Lake est une co-entreprise exploitée par *Cameco* (83 %) et la société *Cogéma Resources Inc. – CRI* (17 %). L'exploitation minière a pris fin à Key Lake en 1997. En 1999, malgré une fermeture de quatre mois pour procéder aux travaux de rénovation nécessaires afin de traiter le minerai provenant de la mine de McArthur River, l'usine de Key Lake a conservé son rang de plus grand centre de production d'uranium au monde, en produisant 3 715 t d'U à partir des stocks de minerai. En janvier 2000, les premières livraisons de minerai à forte teneur provenant de la mine de McArthur River sont parvenues à l'usine de Key Lake. Pour en faciliter le traitement, ce minerai est mélangé à des déchets spéciaux stockés à Key Lake afin d'obtenir une teneur de mélange de 3,4 % d'U. En 2000, la production totale d'uranium ainsi obtenue s'est élevée à 4 142 t d'U (402 t d'U à partir des déchets spéciaux de Key Lake et 3 740 t d'U à partir du minerai de McArthur River).

La société *Cameco* est l'exploitant de la mine de McArthur River, co-entreprise associant *Cameco* (70 %) et la CRI (30 %). La mise en service de la mine, qui a commencé en décembre 1999, s'est déroulé sans heurts. En 2000, grâce à des techniques novatrices, telles que la congélation du corps minéralisé et, à des fins de radioprotection, à l'aide de techniques de forage montant commandées à distance, ainsi que de circuits souterrains de concassage, broyage et production de pulpe de minerai, on a produit 3 740 t d'U à partir du minerai à forte teneur de McArthur River. La pulpe produite en souterrain est amenée en surface par pompage jusqu'à des stations de chargement automatisées, puis livrées par camion à l'usine de Key Lake, située quelque 80 km. Le minerai de McArthur River sera traité en totalité à Key Lake.

Le centre de production de McClean Lake, exploité par CRI, est une co-entreprise appartenant à CRI (70 %), à *Denison Mines Ltd.* (22,5 %) et à *OURD (Canada) Co. Ltd.*, filiale de la Société pour le développement des ressources en uranium à l'étranger du Japon (7,5 %). La production a débuté en juillet 1999. La mise en service de l'usine de traitement s'est effectuée sans heurts et au 31 décembre 1999, 560 t d'U avaient été produites. En 2000, la capacité annuelle de production d'uranium autorisée de 2 308 t d'U était atteinte en novembre. Dans sa demande de renouvellement de permis présentée en 2001, la CRI a sollicité de pouvoir augmenter de quelque 770 t d'U la capacité de production annuelle à McClean Lake pour la porter à 3 077 t d'U/an. En 1999 et 2000, le minerai auparavant extrait des mines à ciel ouvert JEB et Sue C alimentait l'usine de traitement de McClean Lake. Les travaux d'extraction se poursuivront dans la mine à ciel ouvert Sue C en 2001, puis les deux corps minéralisés qui lui sont contigus, à savoir Sue A et Sue B, seront à leur tour exploités à ciel ouvert.

CRI possède et exploite le centre de production de Cluff Lake. En 1999, la production s'est élevée à 1 234 t d'U, l'usine fonctionnant sans interruption pour traiter le stock de minerai à faible teneur. En 2000, la production a atteint 1 443 t d'U, quand l'usine, fonctionnant seulement une semaine sur deux, a traité un mélange de minerai à faible teneur provenant du prolongement de la mine à ciel ouvert de Dominique Janine et du minerai plus riche extrait de la mine de West Dominique Janine. Étant donné la capacité autorisée subsistant dans la zone de gestion des résidus, les teneurs plus élevées du minerai, des coûts de production plus bas et une meilleure productivité, CRI projette de poursuivre ses activités d'exploitation à Cluff Lake jusqu'en 2002. Bien qu'en raison de la teneur plus élevée que prévu du minerai, la quantité produite de résidus ait été plus faible, la production sur ce site demeure limitée par la capacité de la zone de gestion des résidus. Vu les importantes dépenses en capital requises pour construire une nouvelle zone de gestion des résidus, CRI n'est pas revenue sur la décision qu'elle a prise en août 1998 de suspendre ses activités à Cluff Lake pour une durée indéterminée.

Étant donné les conditions actuelles du marché et le délai requis pour la procédure d'autorisation et la construction, il n'est pas prévu de démarrer avant 2005 la production à la mine de Cigar Lake. Cette mine est une co-entreprise appartenant à Cameco (50,025 %), CRI (37,1 %), Idemitsu (7,875 %) et TEPCO (5 %) et est exploitée par la *Cigar Lake Mining Corporation*. Le système prototype de forage en vue de la congélation a été testé en 1999. En 2000, un nouveau système de forage par jet a été expérimenté sur des stériles et du minerai congelé, les coûts en capital ont été réévalués, la configuration des trous de congélation et la construction de segments bétonnés ont été testées et le schéma d'implantation de la mine a été révisé. Une demande en vue d'obtenir l'autorisation requise pour procéder à l'aménagement du site de la mine a été soumise aux organismes de réglementation au début de 2001, la décision relative à cette autorisation étant escomptée vers le milieu de 2001.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

	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	1999
<ul style="list-style-type: none"> • Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement • Réserves (ressources exploitées) 	Deilmann discordance	Collins Bay et Eagle Point discordance	Dominique Janine/Peter discordance	Sue A-C, JEB et McClellan discordance
Exploitation minière : <ul style="list-style-type: none"> • Type (CO/ST/IS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%) 	Stock	ST n.d. 90 (estimés)	ST n.d. 85 (estimés)	CO, ST n.d. 90 (estimés)
Installation de traitement : <ul style="list-style-type: none"> • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%) 	LA/ES 750 97	LA/ES 1 920 97	LA/ES 800 98	LA/ES 300 97
Capacité nominale de production (t d'U/a)	5 400	3 900	1 900	2 300
Projets d'agrandissement	visent le gîte de McArthur River	visent le gîte de Cigar Lake		visent les gîtes de Cigar Lake, et de Midwest
Autres remarques	minerai de McArthur River destiné à alimenter l'usine	exploitation suspendue à Eagle Point (31 mars 1999)	suspension prévue des activités en 2002	

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)
(au 1^{er} janvier 2001)

	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	existant	prévu	prévu	prévu
Stade d'exploitation	en service	EIE terminée en 1998	EIE terminée en 1998	étude de faisabilité en cours
Date de mise en service	1999	2005	2003	inconnue
Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement • Réserves (ressources exploitées) • Teneur (% en U)	P2N et autres discordance	Cigar Lake discordance	Midwest discordance	Kiggavik, Andrew Lake discordance
Exploitation minière : • Type (CO/ST/IS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST n.d. n.d.	ST n.d. n.d.	ST n.d. n.d.	CO n.d. n.d.
Installation de traitement : • Type • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	 6 900	 6 900 (estimés)	 2 300 (estimés)	 1 200 (estimés)
Capacité nominale de production (t d'U/a)				
Projets d'agrandissement				

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Le 25 août 2000, les sociétés *Billiton Plc* et *Rio Algom Ltd.* ont annoncé qu'elles étaient parvenues à un accord aux termes duquel Billiton se portait acquéreur de l'ensemble du capital-actions de Rio Algom pour la somme globale de 1,13 milliard d'USD. Ayant recommandé à ses actionnaires d'accepter cette offre, Rio Algom est devenue une filiale en toute propriété de Billiton à compter de novembre 2000.

Vers la fin de 2000, la société *Japan-Canada Uranium Co. Ltd.* a établi une filiale, *JCU (Canada)*, afin de lui transférer les droits de prospection de l'uranium visant 14 projets récemment acquis de *PNC Exploration (Canada) Ltd.* Ce transfert découle de la décision de l'Institut japonais de développement du cycle du combustible nucléaire [*Japanese Nuclear Cycle Development Institute – JNC*], la société-mère de PNC, de cesser toute activité de prospection de l'uranium en Amérique du Nord avant la fin de mars 2001, suite à la décision du gouvernement japonais de se désengager du domaine de la prospection de l'uranium.

En mars 2001, la société *Redstone Resources Inc.* a acheté 20,7 % des parts de *Midwest Uranium Project*, tandis que la société *Denison Mines Ltd.* et CRI réduisaient leur participation respectivement de 5,04 et 15,66 %. En conséquence, la répartition des intérêts dans la co-entreprise de Midwest s'établit désormais comme suit : 54,8 % pour CRI, 20,7 % pour la société *Redstone Resources Inc.*, 20 % pour la société *Tenwest Uranium Ltd.* (filiale à 100 % de *Denison Mines Ltd.*) et 4,5 % pour la société *OURD (Canada) Co. Ltd.*

Propriété de la production d'uranium en 2000

Canada				Étranger				Total	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]
563	5,3	5 698	53,3	4 249	39,8	173	1,6	10 683	100

Emploi dans le secteur de l'uranium

Le nombre d'emplois directs dans l'industrie canadienne de l'uranium s'élevait à 1 076 en 1999 et à 1 026 en 2000 (1 983 en 2000, si l'on inclut les employés des sièges et les travailleurs sous contrat d'entreprise). Cette légère baisse par rapport aux niveaux d'emploi de 1997 et 1998 s'explique par les réductions d'effectifs résultant de l'exploitation à capacité réduite des usines de traitement de Cluff Lake et de Rabbit Lake, qui ont dépassé les augmentations d'effectifs nécessaires pour démarrer la production à McClean Lake et à McArthur River. L'emploi devrait s'inscrire légèrement en baisse en 2002 par suite de la suspension de la production à Cluff Lake. Les niveaux de l'emploi ne devraient augmenter qu'à partir du démarrage des travaux de construction sur les sites des mines de Cigar Lake et Midwest.

Effectifs des centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
1 134	1 076	1 026	1 000

Centres de production futurs

Les projets d'exploitation minière de l'uranium en Saskatchewan qui ont déjà franchi le cap de la procédure d'évaluation environnementale et qui sont prêts à démarrer la production ne feront que 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 Midwest fournira un complément d'alimentation à l'usine de McClean Lake. Hormis ces projets en Saskatchewan, seul le projet de Kiggavik (Nunavut) est actuellement envisagé comme centre de production supplémentaire au Canada, mais il est peu probable qu'il se concrétise dans un proche avenir.

Capacité théorique de production à court terme
(t d'U/a)

2001				2002				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
14 300	14 300	14 300	14 300	16 290	16 290	16 290	16 290	9 225	9 225	16 150	16 150

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
9 225	9 225	18 450	18 450	6 925	6 925	16 150	16 150	6 925	6 925	13 850	13 850

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

Évaluations des incidences sur l'environnement

En 1995, la société Rio Algom Ltd. a décidé de solliciter une autorisation d'exploiter d'anciennes mines de la région d'Elliot Lake (Spanish American, Milliken, Lacnor, Nordic, Buckles et Pronto) qui ne font pas actuellement l'objet d'autorisations délivrées par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Cela a eu pour effet de lancer une procédure d'évaluation des incidences sur l'environnement en vertu de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE). À l'appui de sa demande d'autorisation, la société Rio Algom a présenté à la CCSN en 2000 un rapport d'examen préalable des incidences sur l'environnement. Ce rapport fait actuellement l'objet d'analyses et de révisions, la délivrance de l'autorisation étant escomptée en 2002.

La société Cogéma Resources Inc. (CRI) prépare actuellement une évaluation des incidences sur l'environnement en vertu de la LCEE de son plan visant la suspension de ses activités à Cluff Lake. Au début de 2001, une étude approfondie exposant, entre autres aspects, les grandes lignes du plan de déclassement ainsi que les solutions possibles et les mesures d'atténuation, a été soumise à la CCSN pour examen préliminaire. L'élaboration de cette étude a déjà donné lieu à une consultation du public, et une fois l'étude définitivement au point, cette dernière de même que le plan de déclassement feront l'objet d'une consultation publique supplémentaire.

Dans le renouvellement de sa demande d'autorisation d'exploitation, qu'elle a soumise à la CCSN en 2001, CRI a sollicité de pouvoir augmenter de quelque 770 t d'U la capacité annuelle de production de l'usine de McClean Lake (qui passerait ainsi de 2 308 à 3 077 t d'U). La modification sollicitée visant à accroître la production exige la présentation d'une évaluation préalable des incidences sur l'environnement en vertu de la LCEE. Cette évaluation est en cours d'élaboration en vue de l'audience du 9 août 2001 de la CCSN visant le permis d'exploitation relatif à l'usine de McClean Lake.

À la fin de 2000, CRI et la société *Cigar Lake Mining Corporation* ont présenté un rapport d'évaluation préalable des incidences sur l'environnement en vertu de la LCEE, concernant la solution préconisée pour l'évacuation dans la mine à ciel ouvert épuisée Sue C, se trouvant à McClean Lake, des stériles susceptibles de générer des eaux de drainage acides provenant de la mine de Cigar Lake. Les organismes de réglementation examinent actuellement cette évaluation des incidences sur l'environnement.

Une étude approfondie visant l'évaluation environnementale, en vertu de la LCEE, de la proposition de traiter environ 57 % du minerai de Cigar Lake dans l'usine de traitement de Rabbit Lake devrait être soumise aux organismes de réglementation en 2002. Sous réserve des approbations réglementaires et d'arrangements commerciaux mutuellement satisfaisants pour les partenaires de la co-entreprise, le minerai de Cigar Lake pourrait alimenter l'usine de Rabbit Lake pendant quelque 10 à 14 ans.

Gestion de l'environnement

Pour se conformer aux recommandations des commissions d'évaluation environnementale, ainsi qu'aux exigences réglementaires des autorités fédérales et provinciales, les compagnies minières opérant dans le secteur de l'uranium au Canada consacrent des ressources et des travaux importants à la protection de l'environnement. Jusqu'à présent, les producteurs canadiens d'uranium ont affecté plus de 100 millions d'USD à la gestion environnementale des mines d'uranium existantes, dont plus de 20 millions d'USD au cours de la seule année 2000.

Au-delà de cet engagement financier et opérationnel en faveur de l'environnement, les producteurs d'uranium contribuent aussi par d'autres moyens au développement durable des ressources en uranium du Canada. Dans le cadre de ces contributions, ils forment et embauchent, par exemple, des habitants du nord de la Saskatchewan (dont les effectifs représentent désormais plus de 50 % des travailleurs sur le site des mines), offrent aux habitants de cette région des débouchés commerciaux (les achats de biens et services auprès des entreprises de la région s'étant élevés à plus de 115 millions d'USD en 2000), assurent aux comités locaux de surveillance de l'environnement une formation et un soutien, et prêtent leur concours à la mise au point d'une base de données sanitaires et démographiques concernant la collectivité de cette région.

Après deux ans de préparatifs, l'installation de production d'uranium de McClean Lake a obtenu la certification ISO 14001 pour son système de gestion de l'environnement, étant la première mine d'uranium en Amérique du Nord à en bénéficier.

Déclassement

Jusqu'à présent, les compagnies minières opérant dans le secteur de l'uranium au Canada ont affecté plus de 50 millions d'USD au déclassement des sites miniers d'Elliot Lake, dont plus de 3 millions d'USD pendant la seule année 2000. En outre, les producteurs d'uranium ont provisionné plus de 100 millions d'USD pour le déclassement et la fermeture des sites d'extraction et de traitement du minerai d'uranium actuellement en exploitation.

Le déclassement des mines et usines de traitement de l'uranium d'Elliot Lake s'est poursuivi en 1999 et 2000. Tous les systèmes des anciens sites miniers de la société *Denison Mines Ltd.* fonctionnent mieux que prévu. Les activités de surveillance des zones de gestion des résidus et de traitement des eaux rejetées à partir de ces zones se poursuivent. En 2000, parmi les activités supplémentaires, figuraient le traitement des eaux de ruissellement, la modification apportée au système de drainage superficiel et l'utilisation de biosolides afin d'améliorer le couvert végétal du bassin de résidus de Stantock.

Les sociétés *Denison Mines* et *Rio Algom* ont publié en janvier 2000, le premier rapport sur le Programme de surveillance du bassin hydrographique de la rivière Serpent [*Serpent River Watershed*]

Monitoring Program – SRWMP]. Ce programme de surveillance très complet vise à fournir des données permettant d'évaluer la remise en état du bassin hydrographique où des activités d'exploitation minière ont été menées pendant plus de 40 ans. Les données recueillies à ce jour indiquent que la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Serpent continue de s'améliorer et que l'eau de la rivière est conforme aux lignes directrices en matière d'eau de boisson et constitue un habitat sain pour les poissons.

La société *Rio Algom* et les sociétés qui l'ont précédée ont exploité neuf mines d'uranium au total à Elliot Lake et, depuis 1985, la société *Rio Algom* a déclassé et remis en état ces sites. Lors du réaménagement des zones de gestion des résidus des mines Quirke et Panel, les principaux aspects environnementaux consistaient à empêcher ou à maîtriser la production à long terme d'eaux d'exhaure de roches acides et la contamination de l'eau par des substances radioactives. Après que la proposition de *Rio Algom* de couvrir ces résidus avec de l'eau a obtenu l'appui d'un groupe d'examen public ainsi que l'approbation des gouvernements et des organismes de réglementation, des barrages et des digues ont été construits pour créer des bassins servant à immerger les résidus. Étant donné que ces résidus ne sont plus exposés à l'air, la formation d'acide provenant des stériles est limitée. L'eau agit également comme une barrière contre l'émission de rayonnements. Les eaux provenant de ces sites sont traitées et continueront de l'être jusqu'à ce que leur qualité soit conforme aux critères de rejet sans traitement. Ces sites feront alors l'objet d'une phase de surveillance à long terme, comportant une prise en charge et un entretien.

Étant donné que topographie locale autour de certains des sites miniers les plus anciens de la société *Rio Algom* ne permet pas d'immerger les résidus en toute sûreté, ces zones ont été remises en végétation afin de limiter la quantité de poussières et d'eau de ruissellement, les eaux d'écoulement et de suintement provenant de ces sites étant recueillies en vue d'être traitées. Ces anciens sites (*Spanish American*, *Milliken*, *Lacnor*, *Nordic*, *Buckles* et *Pronto*) ne font pas l'objet de permis de la CCSN, et bien qu'il n'y ait ni exploitation minière, ni traitement de l'uranium dans ces installations depuis plus de 30 ans, la société *Rio Algom* cherche actuellement à obtenir des permis de la CCSN pour ces sites.

BESOINS EN URANIUM

Le 1^{er} avril 1999, la société *Ontario Hydro*, qui a été la plus importante 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.* (OPG), chargée d'exploiter les 80 centrales électriques de la Province (y compris 19 réacteurs CANDU) et *Ontario Hydro Services Co.*, chargée d'assurer le fonctionnement du réseau de transport de 29 000 km de la Province.

L'OPG continue de mettre en œuvre son Plan intégré d'amélioration [*Integrated Improvement Plan – IIP*] étalé sur cinq ans d'un montant de 1,76 milliard de CAD en vue de recouvrer son rang dans le peloton de tête des producteurs d'électricité d'origine nucléaire les plus performants au monde. Ces dépenses s'appliquent aux 12 tranches nucléaires qui sont en service dans les centrales de *Pickering B*, *Bruce B* et *Darlington*. L'OPG indique que des progrès ont été réalisés et que le Plan devrait être mené à terme conformément au calendrier.

Au début de 1999, l'OPG a fait connaître son intention de redémarrer les quatre réacteurs de la centrale nucléaire de *Pickering A*. La CCSN a décidé qu'avant de pouvoir prendre une décision concernant cette requête, il fallait procéder une évaluation des incidences sur l'environnement en vertu de la LCEE. Après avoir examiné cette évaluation, la CCSN a annoncé, le 16 février 2001, que la remise en service des tranches de *Pickering A* n'aurait pas d'effets nuisibles notables sur l'environnement. Le 30 mars 2001, la CCSN a donc renouvelé les permis d'exploitation des centrales *Pickering A* et *B* pour une période de 27 mois s'achevant le 30 juin 2003.

En juillet 2000, l'OPG a annoncé qu'elle se proposait de donner à bail les huit tranches de la centrale nucléaire de Bruce à la société *Bruce Power Inc.* Le bail couvre la période allant jusqu'en 2018, avec une possibilité de prolongation pour une durée pouvant atteindre 25 ans de plus. La société *Bruce Power* est une co-entreprise associant la société *British Energy Plc*, la société *Cameco*, la *Power Workers' Union* et la *Society of Energy Professionals*. L'accord a été conclu en mai 2001 après que la CCSN a délivré les permis d'exploitation des centrales Bruce A et B. L'objectif de *Bruce Power* est de coupler de nouveau au réseau deux des réacteurs de Bruce A en 2003.

La société *Hydro-Québec* a décidé de procéder à une évaluation détaillée d'une prolongation de 25 ans (au-delà de 2008) de la durée de vie de la centrale nucléaire de Gentilly 2. L'étude, menée par l'Énergie atomique du Canada limitée (EACL) comprendra une évaluation technique approfondie des travaux de rénovation requis et des coûts correspondants. Des analyses préliminaires montrent que la remise en état de Gentilly 2 serait pleinement concurrentielle par rapport à d'autres solutions en matière de production d'électricité.

En 2001, le gouvernement du Nouveau-Brunswick a rendu publique une nouvelle politique énergétique qui comprend la déréglementation du marché de l'électricité selon une démarche progressive et maîtrisée. Toutefois, cette nouvelle politique ne donne pas d'indication claire sur l'appui par le gouvernement d'une prolongation de 25 ans (au-delà de 2008) de la durée de vie de la centrale nucléaire de Point Lepreau, ou sur le point de savoir si la centrale serait privatisée, parallèlement aux autres centrales électriques classiques.

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, l'OPG 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.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
15 500	15 500	15 500	15 500	16 700*	15 500	24 000*	14 500	26 100*

* Sur la base d'une analyse de Ressources naturelles Canada.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 800	1 800	1 800	1 800	1 900*	1 800	2 800*	1 800	3 000*

* Sur la base d'une analyse de Ressources naturelles Canada.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et ses règlements d'application sont entrés en vigueur le 31 mai 2000. À cette date, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) a remplacé la Commission de contrôle de l'énergie atomique (CCEA). Ces législations et réglementations remaniées, qui constituent la première révision majeure du régime canadien de réglementation nucléaire depuis 1946, reflètent l'importance croissante accordée à la santé, la sûreté, la sécurité et la protection de l'environnement depuis quelques années. Le régime réglementaire mis en œuvre par la CCSN contient de nouvelles prescriptions, par exemple des limites de doses de rayonnement plus basses, des exigences de sûreté plus strictes, de même que des sanctions plus sévères en cas de non-conformité.

Le 25 avril 2001, le Gouvernement canadien a déposé à la Chambre des communes un projet de *Loi concernant la gestion à long terme des déchets de combustible nucléaire*, qui stipule que les compagnies d'électricité exploitant des centrales nucléaires devront établir un organisme de gestion des déchets qui fera régulièrement rapport au Gouvernement fédéral. Cet organisme formulera aussi des recommandations à l'intention du Gouvernement sur la gestion à long terme des déchets issus du combustible nucléaire. Pour financer la mise en œuvre de la proposition, cette législation exigerait aussi que les compagnies d'électricité établissent un fonds en fiducie, afin d'éviter que les contribuables canadiens n'aient à en assumer la responsabilité financière à long terme.

Le 7 juin 2001 le Gouvernement canadien a promulgué des amendements législatifs visant à alléger plutôt qu'à éliminer les restrictions en vigueur visant sur la part admissible d'intérêts étrangers prévues dans la *Loi sur la réorganisation et l'aliénation de Eldorado Nucléaire Limitée*, législation qui régit la société *Cameco*. Ces amendements relèvent les limites visant la participation d'intérêts étrangers, qui sont portées de 5 à 15 % en termes de capital, et de 20 à 25 % en termes de droits de vote. Ces amendements permettront à la *Cameco* d'attirer de nouveaux investissements productifs et de forger de nouvelles alliances stratégiques.

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 stock 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.

PRIX DE L'URANIUM**Statistiques sur les prix* de l'uranium à l'exportation**

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Prix moyen (CAD/kg d'U)	51	47	53,60	51,30	51,10	49,10	47,70
Taux de change moyen	1,366	1,373	1,364	1,384	1,483	1,486	1,485
Prix moyen (USD/livre d'U ₃ O ₈)	14	13	15,10	14,20	13,30	12,70	12,40
Pourcentage de livraisons sur le marché spot	<1 %	2 %	1 %	<1 %	<2 %	<1 %	<1 %

* 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 1960. 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 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 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 [*Comision Chilena de Energia Nuclear – 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. À 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 prometteuses. Des travaux de suivi portant sur 84 zones prometteuses 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.

Chili

De 1980 et 1984, la CChEN, en collaboration avec la société minière *Pudahuel*, a entrepris un programme de forages 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 Huiniquintipa, 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.

De 1990 à 1996, la CChEN a poursuivi d'autres travaux, notamment des recherches géologiques et métallogéniques visant l'uranium dans des zones situées principalement 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'apatite, ayant une teneur en terres rares de 3,5 à 4 kg/t, en Fe de 20 à 40 kg/t et en U de 0,3 à 0,4 kg/t.

Activités récentes et en cours

Le projet visant les terres rares s'est poursuivi en 1999-2000, période pendant laquelle, on a estimé 1 400 t d'U entrant dans la catégorie des ressources pronostiquées et spéculatives (ou « ressources non découvertes ») sur l'Anomalie 2 dite *Diego de Almagro* (site de Cerro Carmen) ; on estime que les ressources connues renfermées par l'Anomalie 2 représentent 1 392 t d'U au total. En dehors du site de Cerro Carmen, le linéament régional, qui régit la minéralisation, s'étend sur une distance de 60 km vers le nord-ouest. Cette structure, observée sur des images satellites, regroupe d'autres districts miniers, aussi lui a-t-on affecté 1 500 t d'U entrant dans la catégorie des ressources spéculatives. L'étude géologique préliminaire des ressources du site de Cerro Carmen a été menée dans le cadre d'un accord spécifique de coopération passé entre la CChEN et l'ENAMI.

En 1998, la CChEN a établi le Projet d'évaluation du potentiel uranifère national. Ce projet associe la recherche métallogénique à la création d'une base de données géologiques dans le but de la constitution d'un ensemble de projets de recherche dont la mise en œuvre permettrait de mieux évaluer le potentiel uranifère du pays. En 1999-2000, les informations dont disposait la CChEN ont été examinées dans le cadre de ce Projet. Il a été conclu que le volcanisme acide et intermédiaire, qui est très répandu dans la principale chaîne de montagnes des Régions I à III, présentait un pendage vers l'ouest des couches superficielles et se terminait dans un environnement lagunaire situé dans la dépression centrale. Les mêmes conditions se rencontrent à l'est. Ce volcanisme a recouvert le paysage pré-volcanique, préservant ainsi les tracés de drainage en surface, devenus des paléochenaux. La lixiviation de ces roches volcaniques a entraîné la migration d'importantes quantités d'uranium dans le système lagunaire, les paléochenaux et d'autres structures où ces solutions circulent. Ce processus est mis en évidence par les couches épaisses de calcilutites et de terres à diatomées (Pampa Camarones), les couches de sel (Salar Grande), d'argillite, de calcaire, de limonite et de cendres volcaniques (Quillagua, Prosperidad, Quebrada Amarga, Chiu-Chiu), dont la teneur en uranium varie

entre 100 et 1 000 ppm. En outre, les paléochenaux contenant du cuivre et de l'uranium (Sagasca, Cascada, Huiniquinta, Quebrada Ichuno, Chuqui Sur, El Tesoro, etc.) sont révélateurs de la circulation des solutions minéralisantes. Dans la zone volcanique, une minéralisation uranifère (torbernite et autunite) a été localisée dans des systèmes volcaniques renfermant du fer (El Laco et El Perro). Ces milieux sont considérés comme très prometteurs et des recherches complémentaires sont prévues.

Dépenses de prospection de l'uranium

	1998	1999	2000
Dépenses du secteur public (millions d'USD)	0,196	0,178	0,154

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

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Le Chili fait état de ressources classiques connues représentant 1 831 t d'U au total (dont 748 t d'U dans la catégorie des RRA et 1 083 dans celle des RSE-I), sans ventilation par tranches de coût dans l'une ou l'autre de ces deux catégories. Le total des RRA et des RSE-I est à comparer avec les 954 t d'U mentionnées dans l'édition de 1999 du Livre rouge où les deux catégories n'étaient pas distinguées. L'estimation au 1^{er} janvier 2001 comprend 68 t d'U renfermées surtout dans les indices à faible teneur (0,02 % d'U) de type superficiel de Salar Grande et de Quillagua, et 1 763 t d'U renfermées dans des indices métasomatiques datant du Crétacé supérieur, notamment ceux de Estacion Romero et Prospecto Cerro Carmen (terres rares) dont la teneur varie entre 0,02 et 0,24 % d'U.

Ressources en uranium connues (t d'U)*

Tranches de coût non spécifiées	
RRA	RSE-I
748	1 083

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources classiques non découvertes sont estimées à 4 184 t d'U au total, sans affectation à une tranche de coût. La plupart de ces ressources (4 060 t) devraient se trouver dans les gisements de type métasomatique du Crétacé supérieur. Dans ce groupe, la majeure partie des ressources, soit 2 900 t d'U au total, est constituée par l'indice de terres rares de Prospecto Cerro Carmen (Anomalie 2).

Ressources non découvertes* (t d'U)

Tranches de coût non spécifiées	
RSE-II	Ressources spéculatives
1 824	2 360

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources non classiques ou sous-produits

Comme cela est indiqué dans le tableau suivant, le Chili fait état de ressources non classiques ou de sous-produits représentant 7 256 t d'U au total. La plupart de ces ressources sont liées au gisement cuprifère de Chuquicamata, ainsi qu'aux gisements de phosphates uranifères de Bahia Inglesa et de Mejillones. L'uranium pourrait être récupéré comme sous-produit à partir des deux types de gisements. Toutefois, vu la très faible teneur en uranium (0,005 à 0,02 % d'U), on estime que les coûts de production dépasseraient 80 USD/kg d'U.

Ressources non classiques ou sous-produits			
RRA	RSE -I	RSE-II	Ressources spéculatives
1 798	0	1 818	3 640

Emploi dans le secteur de l'uranium

En 2000, le personnel du Service de géologie et d'exploitation minière de la CChEN comprenait deux géologues, un arpenteur-géomètre et un assistant de terrain.

PRODUCTION D'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

Il n'est fait état d'aucune information.

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.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Comme le prévoit de la Loi n° 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 les aspects de l'énergie nucléaire.

Le droit minier (Loi N°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 matière 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 périodique 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. Ce dernier a pour objectifs la réalisation de recherches géologiques visant des matières présentant de l'intérêt du point de vue nucléaire et des éléments connexes, la mise à jour périodique des données relatives au potentiel national concernant de telles ressources à partir d'évaluations géologiques, le développement des connaissances en sciences appliquées et le transfert de technologies.

Le Chili ne fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium ou sur le prix de l'uranium.

• Chine •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET AMÉNAGEMENT DES MINES

Historique

En Chine, les travaux de prospection et d'exploration ont débuté en 1955. La période d'une quarantaine d'années écoulée depuis cette date peut être subdivisée en quatre phases. Les principaux travaux menés au cours de la première phase (de 1955 aux années 60), ont notamment consisté à organiser des équipes de prospection, à se mettre au courant des techniques de prospection et à exécuter une prospection régionale de l'uranium en Chine. Au cours des années 60, les travaux de prospection ont été approfondis par l'étude et l'acquisition d'une meilleure connaissance de la métallogénèse de l'uranium. Au cours des années 70, des méthodes très complètes de prospection géophysique et géochimique ont été largement utilisées en vue de localiser des gisements d'uranium sous couverture. Depuis les années 80, les travaux de recherche portant sur les cadres géologiques régionaux ont été intensifiés en vue de localiser de nouveaux types de gisements d'uranium, notamment de grands gisements à teneur élevée présentant davantage d'intérêt économique.

Les activités d'exploration menées au cours des 40 dernières années ont comporté des levés de radioactivité au sol sur 3 millions de km², des levés radiométriques aéroportés sur 2 500 000 km², et 30 millions de mètres de forages et de galeries. Ces travaux ont débouché sur la découverte de douze zones uranifères et de huit régions présentant un potentiel uranifère.

Chine

Face à l'évolution du marché international de l'uranium, le Service d'études géologiques (SEG) a réorienté sa stratégie de prospection en 1990, en délaissant les gisements granitiques, carbonés-siliceux-pélitiques et volcaniques situés principalement en Chine méridionale pour s'intéresser à des gisements renfermés dans des grès, qui se prêtent aux techniques de lixiviation *in situ* et qui se trouvent dans le nord et le nord-ouest du pays.

Les travaux de prospection et d'exploration de l'uranium ont fait appel principalement aux méthodes suivantes : levés par spectrométrie gamma au sol et aéroportée, émanométrie, levés hydrochimiques visant les substances radioactives, méthode d'exploration structurale et géophysique, méthodes géologiques utilisant la radioactivité, télédétection, géologie mathématique, ainsi que prévisions et évaluations des ressources non découvertes

Depuis 1999, l'organisation de la prospection de l'uranium en Chine a été modifiée en profondeur par suite de la réforme et de la restructuration des organismes gouvernementaux. Les unités suivantes font toujours partie du SEG (Bureau de recherches géologiques de la Chine dans le domaine nucléaire) : la Société nucléaire nationale de Chine [*China National Nuclear Corporation – CNNC*], trois équipes de géologues, un centre de levés aéroportés et de télédétection, un institut de recherches géologiques, six centres régionaux de recherches géologiques sur l'uranium et six bureaux géologiques régionaux sur l'uranium. D'autres équipes de géologues et des organismes ou entités affiliés ont été transférées aux autorités locales. Le SEG continuera de s'occuper de la prospection et de l'exploration de l'uranium en Chine ; les entités transférées ne prendront plus part à la prospection et à l'exploration de l'uranium en Chine à moins des contrats ne soient passés entre le SEG et ces organismes. À la suite de cette réorganisation, les effectifs du SEG s'élèvent à environ 5 500 personnes au total, dont 2 800 techniciens ; ce chiffre est à comparer à un effectif global de 45 000 personnes dont 14 000 techniciens indiqué en 1997.

Activités récentes et en cours d'exploration de l'uranium et d'aménagement de mines

Depuis 1990, l'exploration de l'uranium en Chine continue d'être axée sur la découverte de gisements renfermés dans des grès exploitables par LIS. Les projets d'exploration sont en majorité menés dans les régions autonomes du Xinjiang et de la Mongolie intérieure, de même que dans le nord-est du pays.

Au cours des deux dernières années, aucune découverte importante n'a été réalisée dans le cadre des travaux de prospection de l'uranium visant les gisements gréseux, mais quelques indices ont été décelés dans les bassins de Yili et Junge (région autonome du Xinjiang), ainsi que dans le bassin d'Erlian et la région de Manzhouli (région autonome de la Mongolie intérieure). Les activités d'exploration ont aussi abouti à un accroissement des réserves d'uranium que représentent les gisements connus du bassin de Yili (Xinjiang).

En 1999 et 2000, le SEG a mené respectivement 38 et 52 projets d'exploration, s'agissant notamment de levés géologiques régionaux, de levés géophysiques, ainsi que de monographies. La plupart de ces projets ont été mis en œuvre dans le nord-ouest, le nord et le nord-est de la Chine et ont été réalisés par des entités affiliées au SEG ; des équipes de géologues n'appartenant pas au SEG ont procédé à une partie des forages sur une base contractuelle. La Chine concentrant ses efforts de prospection sur les gisements renfermés dans des grès exploitables par lixiviation *in situ* dans le nord du pays, il en est résulté une stagnation des activités d'exploration visant d'autres types de gisements en Chine méridionale, en raison de leur coût élevé de production.

Outre les projets d'exploration que le SEG entreprend pour son propre compte, trois projets de coopération technique sont en cours dans les régions autonomes du Xinjiang et de Mongolie intérieure ainsi que dans la province de Jilin dans le cadre d'accords passés entre le SEG et des organismes d'Ouzbékistan, du Kazakhstan et de la Fédération de Russie

Par suite de la réorganisation du SEG, en 1999, les dépenses de prospection de l'uranium et les activités de forage ont accusé une baisse notable, mais ont retrouvé leur niveau normal en 2000.

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 selon les catégories suivantes, en fonction de la lithologie de la roche encaissante :

Type de roche encaissante	Pourcentage des réserves
Granitique	36,67
Gréseux	24,55
Volcanique	18,76
Roches carbonées-siliceuses-pélitiques	15,67
Intrusives, pegmatitiques	2,88
Quartzites	0,59
Roches alcalines	0,58
Phosphates	0,30

Les gisements connus d'uranium de type intrusif (granitique) sont principalement situés dans les massifs granitiques de Guidong (province de Guangdong), de Zhuguanshan (Chine méridionale), de Taoshan, (province de Jiangxi) et dans celui de Jiling datant du Calédonien (Chine du nord-ouest). Les gisements connus d'uranium de type volcanique se trouvent principalement à Xiangshan (province de Jiangxi) ; Xiaoqiuyuan (province de Zhejiang), à Baiyanghe (région autonome de Xinjiang), et sur la bordure septentrionale de plate-forme de la Chine septentrionale. Les gisements uranifères connus renfermés dans des grès sont principalement situés dans le bassin de Yili (région autonome du Xinjiang), le bassin de Hengyang (province du Hunan), à Xunwu (province de Jiangxi), à Jianchang (province de Liaoning), dans le bassin d'Erlian (région autonome de Mongolie intérieure), et dans de petits bassins situés dans la partie occidentale de la province du Yunnan. Les gisements d'uranium contenus dans des roches carbonées-siliceuses-pélitiques sont principalement situés concentrés à Huangcai (Laowolong, Chine du Centre-Sud), à Ganziping (région autonome de Guangxi) et à Ruergai, à la frontière entre les provinces de Sichuan et de Gansu.

Les ressources connues en uranium de la Chine s'élèvent au total à 73 000 t d'U, comme l'indique le tableau suivant. L'augmentation de 3 000 t d'U par rapport au chiffre donné dans l'édition de 1999 du Livre rouge s'explique par l'accroissement des ressources correspondant aux gisements connus renfermés dans des grès et exploitables par LIS dans le bassin de Yili (région autonome de Xinjiang). Les ressources ne sont pas classées par tranches de coût comme l'a recommandé l'AIEA.

Chine

On trouvera dans le tableau suivant les principaux gisements ou districts uranifères ainsi que les ressources connues en uranium en Chine :

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 Quinglong (province de Liaoning)	8 000 t d'U
4	Gisement de Ganziping (région autonome 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 Shangxi)	2 000 t d'U
8	Gisement de Yili (région autonome de Xinjiang)	9 000 t d'U
Total		73 000 t d'U

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

L'instauration de l'industrie de l'uranium en Chine remonte à 1958. Du début des années 80 jusqu'en 1996, cette industrie 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 d'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'accroître la compétitivité de la Chine en réduisant les coûts de production de l'uranium.

Au cours des années 90, de nouveaux centres de production, notamment l'installation de LIS de Yining (région autonome de Xinjiang), l'installation de lixiviation en tas de Lantian (province de Shangxi) 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'équipement plus efficace 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 (LET) 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 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. 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 Tengchong (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. Celle-ci a été portée à 40 t d'U, en 1994. En 1998, la production annuelle, s'élevait à 150 t d'U. La construction du projet d'agrandissement d'une capacité de production de 100 t d'U/an est achevée et la nouvelle installation est entrée en service en 2000, portant la capacité totale de production à 200 t d'U par an.

État de la capacité théorique de production

En 1999 et 2000, la production annuelle a légèrement augmenté. La production cumulée des centres de Yining, Lantian et Benxi est passée de 300 t d'U en 1998 à 320 t d'U en 2000.

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

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre N°1	Centre N°2	Centre N°3
Nom 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 :			
• Nom des gisements	mines de Chenxian et autres		mine Chongyi
• Type de gisement	schiste siliceux et grès	volcanique	granite
Exploitation minière :			
• Type (CO/ST/LIS)	ST	ST, CO	ST, CO
• Tonnage (t de minerai/a)	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 (t de minerai/d)	3 000	700	350
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	85-88	90	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	500-1000	300	120
Projets d'agrandissement	n.d.	n.d.	n.d.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)
(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre N°4	Centre N°5	Centre N°6
Nom 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	gisement 512	lantian	benxi
• Type de gisement	grès	granite	granite
Exploitation minière :			
• Type (CO/ST/LIS)	LIS	ST	ST
• Tonnage (t de minerai/j)	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	EI, LA	EI, LA
• Tonnage (t de minerai/an)	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	90	90
Capacité nominale de production (t d'U/a)	200	100	120
Projets d'agrandissement	jusqu'à 300 t d'U/a	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. Toutefois, on prévoit que l'emploi devrait baisser en 2001.

Effectifs des centres de production existants
(personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
8 500	8 500	8 500	8 000

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

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 nuisibles sur l'environnement liées à la production d'uranium conformément aux règlements en vigueur.

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 avec de la terre, du béton, etc., afin d'atténuer les émanations de radon.

De plus, 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 petites mines ont été entièrement déclassées, tandis que huit mines ou complexes d'extraction et de traitement du minerai se situent à divers stades de déclassement. Les règlements et les normes qui régissent les activités de déclassement en Chine ont été établis par l'Administration d'État pour la protection de l'environnement (SEPA). 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

Il existe deux centrales nucléaires en exploitation en Chine continentale : la tranche de 300 MWe de Qinshan (province de Zhejiang) et la centrale de Daya Bay (province de Guangdong) dont la puissance installée est de 1 800 MWe.

La construction de quatre nouvelles centrales nucléaires, représentant une puissance installée de 6 600 MWe se poursuit. L'état d'avancement de ce programme se présente comme suit :

- la Phase II de Qinshan comprend deux REP de 600 MWe chacun ; il est prévu de coupler ces tranches au réseau respectivement en 2002 et 2003 ;
- la Phase III de Qinshan comprend deux RELP (Candu-6) de 700 MWe chacun ; la construction a commencé en 1998 et la mise en service est prévue en 2003 ;
- la centrale nucléaire de Lingao (province de Guangdong) comprend deux tranches de 1 000 MWe qui devraient entrer en service en 2003 ;
- la centrale nucléaire de Tianwan (Lianyungang, province de Jiansu) comprend deux REP de type VVER de 1 000 MWe, dont la construction devrait s'achever respectivement en 2004 et 2005.

La réalisation de ces projets permettra à la puissance nucléaire installée d'atteindre environ 8 700 MWe en 2005. Il est prévu de construire des tranches supplémentaires entre 2005 et 2020, comme l'indiquent les tableaux suivants.

Capacité nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 100	2 100	8 700	12 700	14 700	18 000	23 000	22 000	26 000

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
380	380	1 500	2 200	2 600	3 200	4 100	3 900	4 600

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, 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 de nombreuses améliorations apportées aux techniques, à l'organisation et à la gestion du secteur de l'uranium en Chine, la production d'uranium est désormais assurée à un niveau de coût concurrentiel avec ceux des marchés internationaux.

La Chine ne fait état d'aucune information sur la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium et le prix de l'uranium.

• **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 un certain nombre de projets miniers à l'étranger, tels que le projet de Crow Butte, au Nebraska (États-Unis), ainsi que les projets de Cigar Lake et Dawn Lake, en Saskatchewan (Canada). Cependant, elle a mis fin à sa participation à ces projets et vendu ses parts en 1999. La société *Dae Woo*, pour sa part, est partie prenante au projet de Baker Lake (Canada), depuis 1983.

RESSOURCES EN URANIUM

La Corée ne possède pas de ressources connues en uranium.

PRODUCTION D'URANIUM

La Corée ne dispose d'aucune capacité de production d'uranium sur son territoire.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

BESOINS EN URANIUM

Au 31 décembre 2000, KEPCO comptait 16 tranches nucléaires en exploitation commerciale. Ce parc nucléaire, composé de 12 REP et de quatre RELP, représente une puissance installée de 13 716 MWe, soit 28 % de la production d'électricité du pays en 2000. D'après le plan de développement à long terme de la production d'électricité de la Corée, 12 tranches supplémentaires, dont quatre REP déjà en construction, seront couplées au réseau d'ici à 2015, portant la puissance installée totale à 26 050 MWe.

Parallèlement à l'augmentation soutenue 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 jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
13 716	13 716	17 716	22 529		26 050		26 050	

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
3 400	2 900	3 000	4 200		4 300		4 300	

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Afin d'appuyer de façon efficace le programme d'expansion du parc nucléaire, 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, les États-Unis, etc.

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 dans des installations coréennes de fabrication de combustible.

Total des stocks d'uranium (tonnes d'équivalent d'U naturel)

Détenteur	Stock d'uranium naturel sous forme de concentrés	Stocks d'uranium enrichi	Stocks d'uranium appauvri	Stocks d'uranium retraité	Total
Compagnies d'électricité	800	1 800	0	0	2 600

• 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 les schistes précambriens à cambriens, notamment le gisement de Fe (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 prometteuses a été réalisée à l'aide de levés radiométriques aéroportées et au sol.

Activités récentes et en cours

Aucune activité de prospection et d'aménagement de mine n'a été entreprise en 1999 et 2000. Les dernières dépenses, d'un montant de 2 millions d'ESP, ont été consacrées en 1998 à des travaux de développement, constitués par 18 trous de sondage de développement d'une longueur totale de 641 m.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

De 1993 à 1996, l'ENUSA, devenue la société ENUSA Industrias Avanzadas, S.A., a amélioré la connaissance des gisements d'uranium situés dans la zone de Ciudad Rodrigo (province de Salamanque), en procédant à des sondages de traçage à faible espacement (plus de 100 000 m étant forés chaque année) et en actualisant ses projets miniers et ses études de faisabilité.

À cet effet, un nouveau système de saisie des données et un logiciel d'exploitation minière ont été mis en place avec succès entre 1997 et 1999.

Ces études ont principalement porté sur les corps minéralisés les plus proches du site minier de Fe et ont permis d'obtenir des évaluations des RRA et des RSE-1. Dans les cas où il n'existait pas de projet minier détaillé, on a procédé à une estimation des RSE-1 récupérables dans chaque tranche de coût, exprimées en pourcentage des ressources *in situ*.

Ressources raisonnablement assurées

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	2 460	4 925

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	6 380

Toutes les ressources classiques connues, qui sont récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U, sont tributaires de centres de production existants.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'est fait état d'aucune information relative aux ressources entrant dans ces catégories.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La production a débuté en 1959 dans l'installation d'Andujar (province de Jaén) 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 la mine de Fe (Province de Salamanque) a démarré en 1975 en faisant appel au procédé de lixiviation en tas (installation d'Elefante). Une nouvelle installation de lixiviation dynamique est entrée en service 1993, mais a été fermée en décembre 2000.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

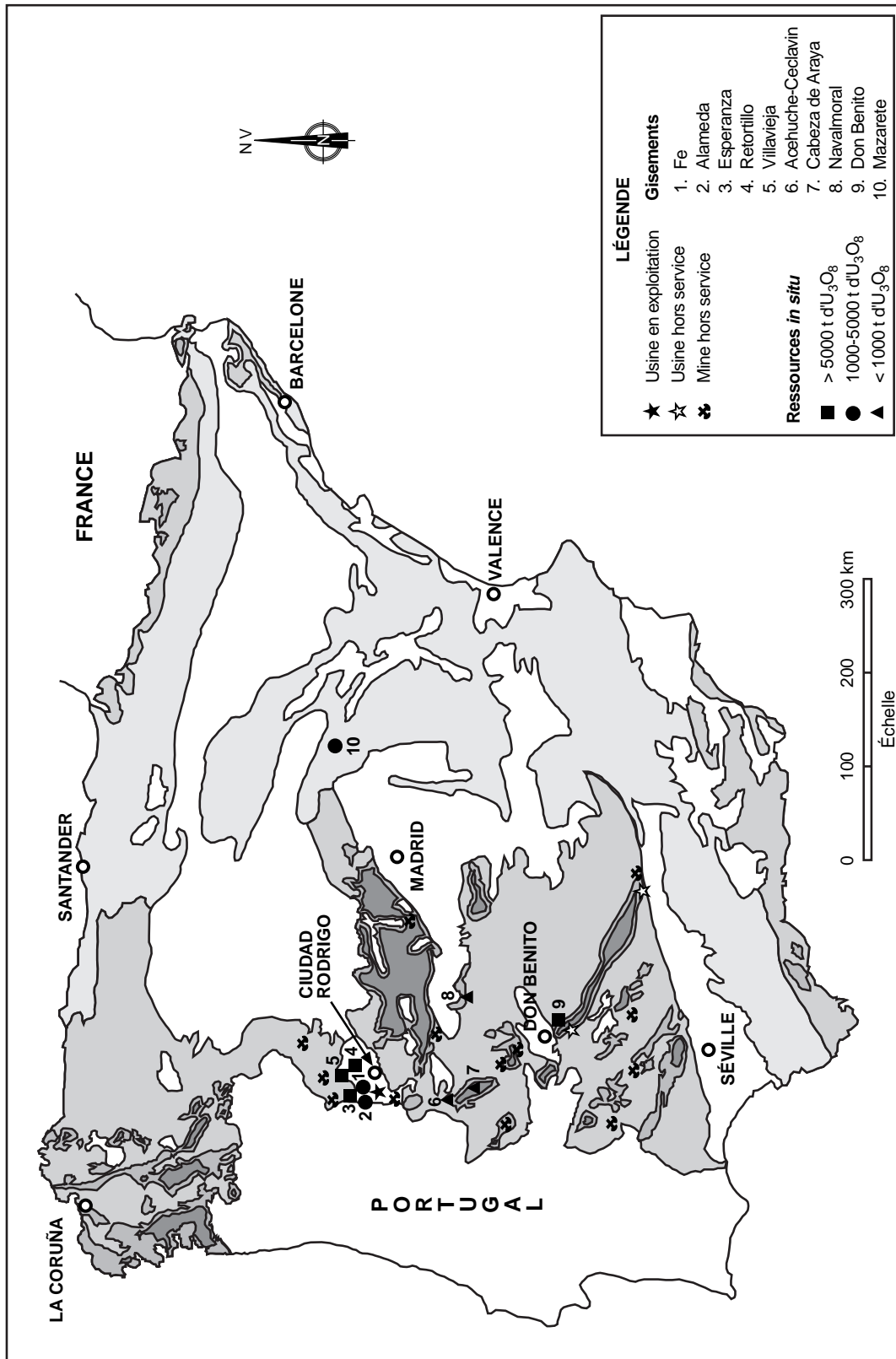
	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Usine de traitement	4 196	255	255	255	4 961	13
Autres méthodes, (traitement des eaux d'exhaure, remise en état de l'environnement, par exemple)	0	0	0	0	0	17
Total	4 196	255	255	255	4 961	30

Précisions techniques concernant les centres de production

(au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	Saelices el Chico
Catégorie de centre de production	existant
Stade d'exploitation	fermé
Date de mise en service	1975
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Fe, D filonien (type ibérique)
Exploitation minière : • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/ES
Capacité nominale de production (t d'U/a)	800
Projets d'expansion	aucun
Autres remarques	activités de remise en état abandon progressif de la production

Gisements d'uranium en Espagne



Espagne

État de la capacité théorique de production

La mine de Fe (installation de Quercus) a une capacité théorique de production de 800 t d'U/a.

Les activités minières ont cessé en décembre 2000. L'usine de traitement maintiendra une production résiduelle à un niveau très réduit.

Centres de production futurs

Aucun nouveau centre de production n'est envisagé.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Le seul centre de production en exploitation en Espagne appartient à la société *Enusa Industrias Avanzadas, S.A.*, qui est détenue à 60 % par la Société d'État des participations industrielles [*Sociedad Estatal de Participaciones Industriales – SEPI*] et à 40 % par le Centre de recherches pour l'énergie, l'environnement et la technologie [*Centro de Iniciativas Energeticas Medioambientales y Tecnologicas – CIEMAT*]

Propriété de la production d'uranium en 2000

Espagne				Étranger				Total	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]
0	0	255	100	0	0	0	0	25	100

Emploi dans le secteur de l'uranium

À la fin de 2000, les effectifs de la mine de Fe s'élevaient à 106 personnes. Avec la cessation de l'exploitation minière et des autres activités de production, ces effectifs ont été ramenés à 64 personnes en janvier 2001, conformément aux plans de déclassement et réaménagement.

Effectifs dans les centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
148	135	106	64

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

La situation actuelle des installations de production d'uranium en Espagne est la suivante :

- Usine de fabrication d'uranium d'Andujar (province de Jaén) : l'usine de traitement et les tas de résidus sont déclassés et réaménagés, un programme de surveillance de dix ans étant mis en œuvre (portant sur la qualité des eaux souterraines, la lutte contre l'érosion, les infiltrations et les émissions de radon).

- Mine et usine de traitement « LOBO-G » (province de Badajoz) : la mine à ciel ouvert et la décharge de résidus de traitement sont déclassées et réaménagées, un programme de surveillance de cinq ans étant mis en œuvre (portant sur la qualité des eaux souterraines, la lutte contre l'érosion, les infiltrations et les émissions de radon).
- Anciennes mines (régions de l'Andalousie et de l'Estrémadure) : les mines souterraines et à ciel ouvert sont réaménagées, les travaux devant être achevés au cours de 2000.
- Installation d'Elefante (province de Salamanque) : le Plan de déclassement a été approuvé par les autorités réglementaires (installation de lixiviation en tas) en janvier 2001.
- Usine de Quercus (province de Salamanque) : les activités minières ont pris fin en décembre 2000. L'usine de traitement ne maintiendra qu'une production résiduelle à un niveau très réduit.

BESOINS EN URANIUM

L'Espagne possède neuf réacteurs nucléaires en exploitation, représentant une puissance installée nette de 7,5 GWe. Il n'est prévu de construire aucun nouveau réacteur dans un proche avenir.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
7 500	7 500	7 500	7 500	7 730	7 500	7 730	7 500	7 730

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 400	1 700	1 100	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La politique nationale 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.

STOCKS D'URANIUM

En 2000, la loi qui régissait les stocks réglementés d'uranium enrichi a été amendée : les stocks stratégiques minimaux, qui jusqu'en 2000 étaient financés par le Gouvernement espagnol et représentaient 1,5 an de consommation, ont été ramenés à l'équivalent de moins d'un an de consommation et sont désormais financés par les compagnies d'électricité espagnoles. Il n'est fait état d'aucune information sur les prix de l'uranium.

• États-Unis d'Amérique •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

De 1947 à 1970, le Gouvernement des États-Unis a favorisé le développement d'un secteur national de la prospection et de la production d'uranium en vue d'assurer les approvisionnements en uranium à des fins militaires et d'encourager les travaux de recherche et de développement visant les utilisations pacifiques de l'énergie atomique. À la fin de 1957, le nombre des nouveaux gisements d'uranium mis en production par le secteur privé et la capacité théorique de production s'étaient suffisamment accrus pour satisfaire les besoins prévus, et il a été mis fin aux programmes fédéraux de prospection. Le Gouvernement fédéral a maintenu un suivi des activités de prospection et de mise en valeur de l'uranium menées par le secteur privé afin de satisfaire ses propres besoins en matière d'informations.

Les travaux de prospection menés par l'industrie américaine de l'uranium ont pris de l'ampleur 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 civils en construction ou prévus. Les sondages de surface 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 de surface. De 1983 à 1999, 12 050 km supplémentaires de sondages de surface ont été pratiqués par le secteur privé. Comme les sondages de surface constituent 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 contenus dans des grès, situés dans des districts tels que la ceinture minéralisée de Grants et celle d'Uravan, 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 et d'autres gisements contrôlés par la structure ont été mis en valeur dans le Front Range (Colorado), près de Marysvale (Utah), et dans le nord-est de l'État de Washington. Depuis 1990, d'importants gisements d'uranium renfermés dans des grès ont été exploités dans le nord-ouest du Nebraska. D'autres gisements à teneur relativement élevée associés à des structures de cheminées bréchiques ont été exploités dans le nord de l'Arizona, mais les activités dans ces mines ont cessé depuis le milieu des années 90. 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

En 2000, l'ensemble des sondages de surface (prospection et développement) exécutés aux États-Unis a atteint 312 km, soit une diminution de 59 % par rapport à 1999. Le chiffre de 1999 ne tient pas compte des forages effectués pour contrôler la production d'uranium sur les sites miniers. Cette année-là, la longueur totale des sondages de prospection et de développement s'est élevée à 763 km.

En 2000, les sociétés américaines ont déclaré des dépenses de prospection s'élevant à 6,7 millions d'USD, chiffre en baisse de 25 % par rapport à 1999. Les dépenses totales se sont réparties comme suit : 5,6 millions d'USD pour les « sondages de surface » et 1,1 million d'USD pour les activités liées à « l'acquisition de terrains » et aux « autres coûts de prospection ». En 2000, le Gouvernement fédéral n'a pas engagé de dépenses de prospection. Cette même année, la participation étrangère aux activités de prospection menées aux États-Unis, qui s'est élevée à moins de 1 million d'USD, était en augmentation par rapport au chiffre total pour 1999.

À la fin de 2000, 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 2 770 km², soit une baisse de 15 % par rapport à 1999. Les sociétés américaines ont seulement fait état de modestes acquisitions de terrains à des fins de prospection en 2000.

Le Gouvernement fédéral ne réserve plus aucun terrain en vue de la production d'uranium. Conformément à la Loi sur l'énergie atomique de 1954 [*Atomic Energy Act of 1954*], environ 100 km² du domaine public étaient réservés à des fins de prospection et de production. À l'heure actuelle, des sociétés privées détiennent des concessions minières visant une quinzaine de zones de recherche actives restantes (celles faisant l'objet des travaux de prospection et/ou de production en cours), qui sont administrées en vertu du Programme fédéral de gestion des concessions minières d'uranium [*Uranium Lease Management Programme*]. Les zones de recherche concédées inactives, qui ne peuvent plus faire l'objet de concession minière ou d'extraction de minerai, seront réaménagées et feront l'objet d'une réintégration dans le domaine public.

**Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium
et activités de forage sur le territoire national**
(millions d'USD)

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses de prospection du secteur privé	2,261	0,276	n.d.	n.d.
Dépenses de prospection du secteur public	0	0	0	n.d.
Total partiel des dépenses de prospection	2,261	0,276	n.d.	n.d.
Total partiel des dépenses d'aménagement	15,814	7,616	n.d.	n.d.
DÉPENSES TOTALES	21,724	8,968	6,694	n.d.
Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (km)	271	54	n.d.	n.d.
Nombre de trous de sondage de prospection forés par le secteur privé	1 370	265	n.d.	n.d.
Total partiel des sondages de prospection (km)	271	54	n.d.	n.d.
Total partiel des trous de sondage de prospection	1 370	265	n.d.	n.d.
Total partiel des sondages d'aménagement (km)	1 144	709	n.d.	n.d.
Total partiel des trous de sondage d'aménagement	5 231	2 911	n.d.	n.d.
TOTAL DES SONDAGES (km)	1 415	763	312	n.d.
NOMBRE TOTAL DES TROUS DE SONDAGE	6 601	3 176	1 550	n.d.

Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium à l'étranger
(millions d'USD)

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses de prospection du secteur privé	3,616	n.d.	n.d.	n.d.
Dépenses de prospection du secteur public	0	0	0	n.d.
Total partiel des dépenses de prospection	3,616	n.d.	n.d.	n.d.
Total partiel des dépenses d'aménagement	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dépenses Totales	3,616	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. Non disponible.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA)

À la fin de 2000, les RRA des États-Unis entrant dans la tranche de coût inférieure ou égale à 80 USD/kg d'U étaient estimées à 104 000 t d'U, soit 1 000 t d'U de moins que l'estimation donnée pour la même catégorie à la fin de 1999 et 2 000 t d'U de moins que celle donnée en 1998. L'estimation des RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 USD/kg d'U à la fin de 2000 s'élevait à 348 000 t d'U, soit une baisse d'environ 1000 t d'U par rapport au chiffre indiqué pour 1999 et d'environ 7 000 t d'U par rapport à celui donné pour 1998.

Pour 2000, les concessions de mines d'uranium en exploitation et d'autres concessions ont été réévaluées afin d'intégrer des informations actualisées sur les coûts et les techniques d'exploitation minière. Il en est résulté une réduction des ressources estimées dans chaque catégorie de réserves. Dans les estimations de 2000 relatives aux ressources, il a été tenu compte de la dilution du minerai (10-40 %) et des pertes en cours de traitement (10-15 %).

Ressources raisonnablement assurées
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
n.d.	104 000	348 000

Ressources classiques non découvertes (RSE et RS)

Les estimations de 2001 relatives aux RSE et aux SR sont indiquées dans les tableaux suivants. Il convient de noter que les États-Unis n'établissent pas de distinction entre les RSE-I et les RSE-II.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
n.d.	839 000	1 273 000

Ressources spéculatives
(t d'U)

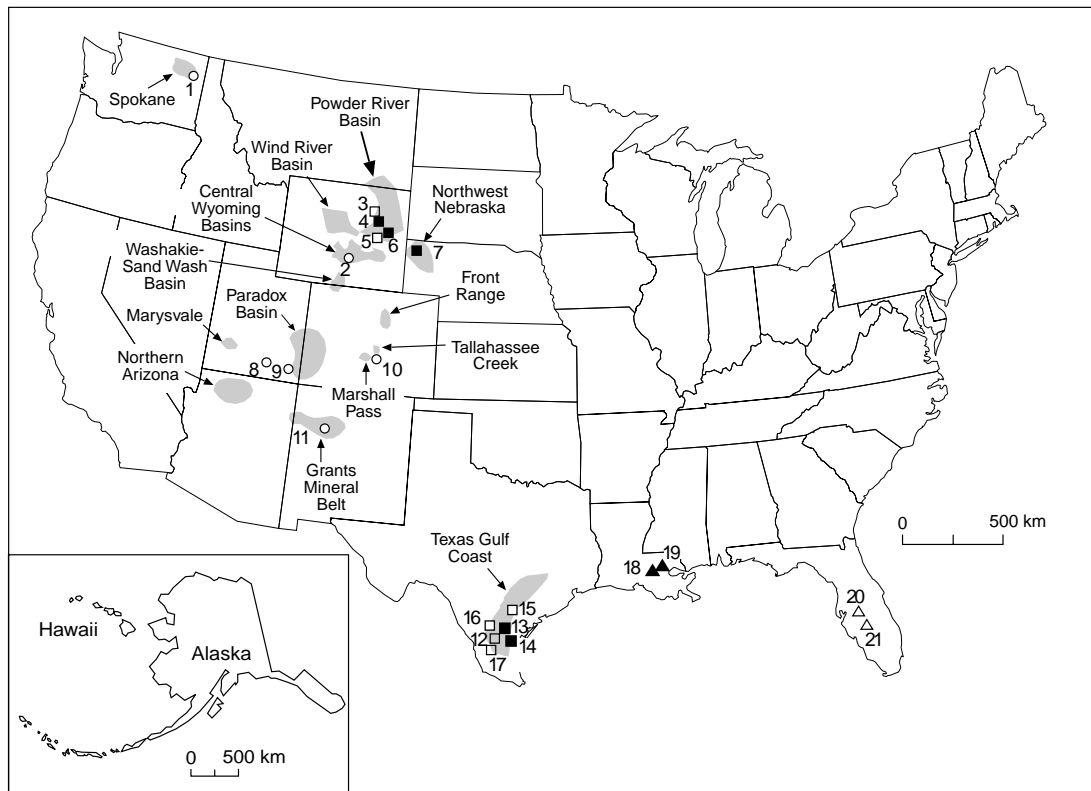
Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
858 000	482 000	1 340 000

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 [*Atomic Energy Commission – AEC*] a encouragé, de 1947 jusqu'à la fin de 1970, le développement d'un secteur national de l'uranium, surtout dans l'ouest du pays, 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 favoriser la mise en place d'un secteur minier national à fondement civil. Conformément aux Lois sur l'énergie atomique de 1946 et de 1954, l'AEC a aussi négocié des contrats d'approvisionnement en concentrés d'uranium, 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 lixiviation 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 changement a aussi eu pour effet d'aider l'industrie nationale de l'uranium à demeurer viable pendant qu'elle passait au secteur privé. Le programme d'achats d'uranium naturel du Gouvernement a pris fin le 31 décembre 1970 et les entreprises du secteur opèrent désormais dans un cadre privé et commercial dans lequel le Gouvernement n'intervient plus par des achats supplémentaires.

Principales zones uranifères et situation des usines et installations, 2000

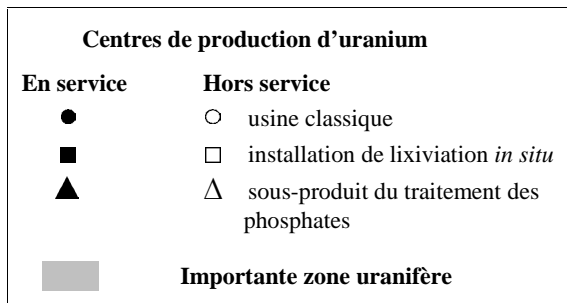


En exploitation à la fin 2000

- 5. Smith Ranch
- 6. Highland
- 7. Crow Butte
- 10. Canon City

Hors service à la fin 2000

- 1. Dawn/Ford ^a
- 2. Sweetwater
- 3. Irigaray ^b
- 4. Christensen Ranch ^c
- 8. Shootaring
- 9. White Mesa
- 11. Ambrosia Lake ^d
- 12. Holiday-El Mesquite ^b
- 13. Rosita
- 14. Kingsville Dome
- 15. Hobson
- 16. West Cole
- 17. O'Hern
- 18. Sunshine Bridge
- 19. Uncle Sam
- 20. Plant City
- 21. New Wales



- a Uranium récupéré par traitement des boues provenant des stations d'épuration des eaux d'exhaure en 2000.
- b Uranium récupéré par traitement des eaux provenant de la remise en état des mines exploitées par LIS en 2000.
- c Uranium récupéré par LIS et par traitement des eaux provenant de la remise en état des mines exploitées par LIS en 2000.
- d Uranium récupéré par traitement des eaux d'exhaure en 2000.
- e Principales zones renfermant des ressources raisonnablement assurées récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 USD/kg d'U.

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 ; et 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 2000.

Depuis 1970, la production nationale d'uranium a alimenté le marché commercial. Après avoir atteint une production record de 16 810 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, mais elle a baissé chaque année depuis lors. En 2000, la production totale de concentrés s'élevait à 1 520 t d'U, toutes sources confondues. Depuis 1991, l'extraction par lixiviation *in situ* (LIS) et d'autres techniques non classiques de récupération de l'uranium constituent les principaux modes de production aux États-Unis. En 2000, la production par des méthodes non classiques a atteint 1 130 t d'U, et a principalement été assurée par les installations de LIS au Wyoming et au Nebraska. La même année, la production des usines classiques était d'environ 390 t d'U à partir d'installations situés au Colorado, au Nouveau-Mexique et dans l'État de Washington.

État de la capacité théorique de production

À la fin de 2000, une installation classique de traitement d'uranium était en service aux États-Unis (produisant 360 t de minerai par jour) et cinq installations de traitement d'une capacité totale de 11 970 t de minerai par jour, étaient en réserve. À la même date, la situation des 14 installations de LIS et non classiques (d'une capacité globale de 4 860 t d'U/a), existant aux États-Unis, était la suivante : sur 10 installations de LIS, trois étaient en service (1 920 t d'U), deux étaient fermées pour une période indéterminée (885 t d'U), une était fermée définitivement (385 t d'U) et quatre étaient en cours de réaménagement (690 t d'U). Quatre installations de récupération de l'uranium comme sous-produit des phosphates (970 t d'U) ont été fermées définitivement.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En 2000, des entreprises privées étrangères ont assuré un peu plus de la moitié de la production de concentrés d'uranium aux États-Unis. La part générale des entreprises contrôlées par des intérêts publics étrangers dans la production américaine d'uranium a légèrement augmenté, passant de 26 % en 1999 à 28 % en 2000. Au cours de la même période, la part de la production nationale contrôlée par des sociétés privées américaines, a progressé de 19 à 21 %.

En 2000, la répartition de la production américaine de concentrés 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 :	51 %
Intérêts étrangers du secteur public :	28 %
Intérêts nationaux du secteur privé :	21 %

Propriété de la production d'uranium en 2000

Intérêts Nationaux				Intérêts Étrangers				Total	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]
0	0	325	21	421	28	776	51	1 552	100

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000 ^P	Total avant 2001 ^P	2001 (prévisions)
Installations de traitement	309 858	124	349	391	310 723	n.d.
Lixiviation <i>in situ</i> et autres ¹	38 832	1 685	1 425	1 131	43 073	n.d.
Total	348 691	1 810	1 773	1 522	353 796	1 077

P Données provisoires.

n.d. Non disponible.

1. « Autres » couvre la production provenant du traitement des eaux d'exhaure, de l'incinération des lignites, et de la lixiviation en tas, ainsi que la production de sous-produits à partir de l'acide phosphorique obtenue par voie humide, de la lixiviation des verses de stériles cuprifères, des projets de récupération de béryllium et de terres rares, et de sources mineures. Il se peut que les totaux indiqués ne correspondent pas à la somme exacte des éléments visés à cause des arrondis individuels.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Dans le secteur de la production primaire d'uranium aux États-Unis, l'emploi (exprimé en personnes-ans) est tombé à 627 en 2000, soit une baisse de 26 % par rapport au chiffre de 848 personnes-ans enregistré en 1999. Il s'agit du recul le plus marqué qu'a connu l'ensemble du secteur de l'emploi depuis 1992. Les activités conjointes de « prospection-extraction-concentration-traitement » ne représentaient que 401 personnes-ans, soit une baisse de 38 % par rapport au niveau de 1999. En 2000, le recul a été de 84 % pour la prospection ; 49 % pour l'extraction et 47 % pour la concentration. Seule, une légère augmentation de 4 % a été enregistrée pour le traitement. L'emploi dans les activités de réaménagement en 2000, a chuté de 13 %, ce qui représente le niveau le plus bas enregistré dans ce secteur depuis 1992.

Effectifs dans les centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
911	649	401	n.d.

Centres de production futurs

En 1999 et 2000, l'industrie nationale de la production primaire d'uranium n'a fait état d'aucun projet visant la construction de nouvelles installations de production de concentrés d'uranium.

Capacité théorique de production à court terme (t d'U/a)

2001				2002				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
2 300	2 500	3 000	3 700	2 300	2 500	3 000	3 700	2 100	3 700	2 700	6 100

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
1 100	1 900	1 700	6 900	800	1 300	1 000	5 000	700	1 300	1 000	5 000

Précisions techniques concernant les centres de production
(au 1^{er} janvier 2001)

	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 réserve	en service
Date de mise en service	1958	1979	1989	1991
Source de minerai :				
• Nom des gisements	divers	Schwartz walder	Christensen Ranch, Irigaray	Crow Butte
• Type de gisement	grès	filonien	grès	grès
• Réserves (ressources exploitées)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Teneur (% d'U)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	ST	ST	LIS	LIS
• Tonnage (t de minerai/j)	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 (t de minerai/j) pour LIS (kl/d ou l/h)	6 350	360	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	3 300	210	250	380
Projets d'expansion	non connus	non connus	non connus	non connus
Autres remarques	aucune	aucune	en cours de réaménagement	aucun

Précisions techniques concernant les centres de production (suite)
(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre N°5	Centre N°6	Centre N°7	Centre N°8
Nom du centre de production	Converse County Mining Venture	Ford	Hobson	Holiday-El Mesquite
Catégorie de centre de production	existant	existant	existant	existant
Stade d'exploitation	en service	en réserve	en réserve	fermé
Date de mise en service	1988	1957	1979	1979
Source de minerai :				
• Nom des gisements	Highland	Midnite	Divers	El Mesquite, divers
• Type de gisement	grès	filonien disséminé	grès	grès
• Réserves (ressources exploitées)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Teneur (% d'U)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	LIS	CO	LIS	LIS
• Tonnage (t de minerai/j)	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	LIS
• Tonnage (t de minerai/j) pour LIS (kl/j ou l/h)	n.d.	410	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	770	200	380	230
Projets d'expansion	non connus	non connus	non connus	non connus
Autres remarques	aucune	aucune	fermé pour une période indéterminée	en cours de réaménagement

Précisions techniques concernant les centres de production (suite)
(au 1^{er} janvier 2001)

	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	fermé	en réserve	fermé	fermé
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
• Réserves (ressources exploitées)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Teneur (% d'U)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	LIS	LIS	CO	CO
• Tonnage (t de minerai/j)	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/TOP O	DEPA/TOP O
• Tonnage (t de minerai/j) pour LIS (kl/j ou l/h)	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 (t d'U/a)	130	500	290	230
Projets d'expansion	non connus	non connus	non connus	non connus
Autres remarques	en cours de réaménagement	fermé pour une période indéterminée	fermé définitivement	fermé définitivement

Précisions techniques concernant les centres de production (suite)
(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre N°13	Centre N°14	Centre N°15	Centre N°16
Nom du centre de production	Rosita	Shootaring	Smith Ranch	Sunshine Bridge
Catégorie de centre de production	existant	existant	existant	existant
Stade d'exploitation	fermé	en réserve	en service	fermé
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
• Réserves (ressources exploitées)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Teneur (% d'U)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	LIS	ST	LIS	CO
• Tonnage (t de minerai/j)	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 (t de minerai/j) pour LIS (kl/j ou l/h)	n.d.	680	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	380	750	770	160
Projets d'expansion	non connus	non connus	non connus	non connus
Autres remarques	fermé définitivement	aucune	aucune	fermé définitivement

Précisions techniques concernant les centres de production (suite)
(au 1^{er} janvier 2001)

	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	fermé	fermé	en réserve
Date de mise en service	1981	1978	1981	1980
Source de minerai :				
• Nom des gisements	Green Mountain, divers,	n.d.	divers	divers
• Type de gisement	grès	phosphorite	grès	cheminées bréchiqes, grès
• Réserves (ressources exploitées)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Teneur (% d'U)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	ST	CO	LIS	ST
• Tonnage (t de minerai/j)	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 (t de minerai/j) pour LIS (kl/j ou l/h)	2 720	n.d.	n.d.	1 810
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	350	290	80	1 650
Projets d'expansion	non connus	non connus	non connus	non connus
Autres remarques	aucune	fermé définitivement	en cours de réaménagement	aucune

CO Mine(s) à ciel ouvert.

n.d. Non disponible.

DEPA/TOPO Acide di-(2-ethylhexyl)phosphorique et oxyde de trioctylphosphine, deux solvants utilisés pour extraire l'uranium du produit contenant de l'acide phosphorique au cours du procédé de production.

LA/ES Lixiviation par voie acide/extraction par solvants.

LIS Mine(s) exploitée(s) par LIS.

ST Mine souterraine.

t d'U/a Tonnes d'U par an, arrondies à la dizaine de tonnes la plus proche.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Aperçu

Les résidus de traitement, et en particulier les radionucléides qu'ils contiennent, constituent une importante source d'incidences environnementales pour l'air, le sol, les eaux de surface et l'eau souterraine. Aux États-Unis, une prise de conscience croissante de l'étendue et de la gravité des dommages qui se sont accumulés dans l'environnement naturel par suite d'une surveillance réglementaire inefficace des mesures régissant les versées à stériles, l'évacuation des déchets dangereux et les sites miniers non réaménagés, a conduit, au début des années 70, à la promulgation au plan fédéral et à celui des États, de plusieurs lois conçues pour protéger les ressources en matière d'air, d'eau et de sols. Parmi les effets sur l'environnement imputables à l'extraction et la concentration de l'uranium, on peut citer les perturbations directes de l'environnement naturel en surface, la présence de radionucléides dans les déchets des mines et des usines de traitement, le ruissellement accru des eaux de surface à partir des zones d'extraction, une érosion due au vent et à l'eau, ainsi qu'une contamination des aquifères d'eaux souterraines avoisinants.

Aux États-Unis, des minerais d'uranium ont d'abord été traités dans des usines au cours des années 40 pour produire des concentrés afin de satisfaire les besoins du Gouvernement pendant la Seconde Guerre mondiale, puis de 1947 à 1970, dans le cadre du programme d'approvisionnement en uranium de l'USAEC. Les importantes quantités de résidus miniers, qui se sont accumulées sur les sites de ces usines, contiennent des produits chimiques dangereux issus des opérations de concentration de même que les déchets provenant du traitement du minerai. La radioactivité subsistant dans ces déchets après récupération de l'uranium de valeur atteint environ 85 % de la radioactivité présente à l'origine dans le minerai alimentant l'usine.

En 1971, le Sous-comité des matières brutes [*Subcommittee on Raw Materials*] du Comité mixte sur l'énergie atomique [*Joint Committee on Atomic Energy*] a entendu des témoignages sur les dangers et les risques pour la santé publique que représentait l'utilisation des résidus des usines de traitement de l'uranium comme matériaux de construction sur des chantiers civils, connus plus tard sous la dénomination de « propriétés avoisinantes » [*vicinity properties*]. À la suite de ces audiences, le Congrès a autorisé un programme fédéral de coopération avec l'État du Colorado en vue d'éliminer les résidus se trouvant sur les sites et structures dans la région de Grand Junction (Colorado). Le Gouvernement fédéral a pris en charge 75 % du coût, l'État du Colorado assumant le reste.

En 1974, le Congrès a ordonné une évaluation des problèmes liés aux résidus des usines de traitement de l'uranium sur 22 sites hors service. La Loi sur le contrôle des rayonnements émis par les résidus de traitement [*Uranium Mill Tailings Radiation Control Act – UMTRCA*], qui a été adoptée vers la fin de 1978, confère des responsabilités en la matière à trois organismes fédéraux : l'Agence pour la protection de l'environnement [*Environmental Protection Agency – EPA*], le Ministère fédéral de l'énergie [*US Department of Energy – DOE*] et la Commission de réglementation nucléaire des États-Unis [*US Nuclear Regulatory Commission – NRC*]. L'EPA a pour mission d'établir les normes applicables à l'assainissement et à l'évacuation des matières contaminées provenant des sites de traitement de l'uranium tant en service que hors service. Après avoir pris en compte le coût économique afférent à la mise en œuvre des nouvelles normes et compte tenu des considérations de santé publique, de sûreté et d'environnement, l'EPA a édicté des normes en vue de limiter la libération de radon dans l'environnement et a prescrit de faire en sorte que toutes les méthodes d'évacuation soient conçues de manière à maîtriser les risques radiologiques « pendant une période atteignant 1 000 ans, dans toute la mesure du possible, et en tout état de cause pendant au moins 200 ans ».

L'UMTRCA permettant de désigner d'autres sites de résidus de traitement, deux autres sites ont été ultérieurement ajoutés à la liste. Le Titre I de la Loi traite des sites qui étaient déjà hors service au moment où la législation a été promulguée, et le Titre II couvre l'assainissement des sites qui étaient alors encore en service¹. En application de la Loi, le DOE a donc été tenu de décontaminer tous les sites relevant du Titre I de manière à les rendre conformes aux normes de l'EPA ; il s'agissait des sites visés par le Titre I² et des propriétés avoisinantes contaminés par la dispersion de matières radioactives dangereuses par le vent, l'eau et les activités humaines³. Dans certains cas où les tas de résidus étaient exposés aux intempéries, les eaux souterraines se sont trouvées contaminées sous l'effet des eaux de pluies et de la fonte des neiges. La Loi a aussi instauré un plan de coopération entre le Gouvernement fédéral et celui des États où se trouvent des sites relevant du Titre I, leur permettant de collaborer à l'assainissement de ces sites. Le coût des activités de dépollution des sites relevant du Titre I a été assumé principalement par le DOE, alors que les États concernés ont contribué à hauteur de 10 % du coût réel dans le cas des sites se trouvant sur leur territoire. De concert avec la NRC, le DOE et chaque État concerné ont choisi la méthode d'assainissement et ont supervisé l'exécution des travaux. Le Gouvernement fédéral a pris en charge les coûts de dépollution des sites qui se trouvaient sur les terres des tribus indiennes [*tribal lands*].

La NRC, en collaboration avec l'EPA, était tenue d'élaborer une réglementation régissant le contrôle et la dépollution des résidus de traitement et des terrains se trouvant sur des sites relevant du Titre II. Ces sites sont autorisés par la NRC ou par l'État dans lequel ils se trouvent. La réglementation de la NRC doit être conforme aux normes générales de l'EPA, et en assurer la mise en œuvre et le respect. L'UMTRCA prescrit aussi que les dépenses d'assainissement des sites relevant du Titre II incombent principalement aux entreprises qui possèdent et exploitent ces sites. Aux termes de l'UMTRCA, le Gouvernement fédéral devient le gardien à long terme de tous les sites décontaminés relevant du Titre I. Quant aux sites qui ont été réaménagés en vertu du Titre II, l'État concerné peut décider d'en devenir le gardien à long terme, sinon le Gouvernement fédéral doit assumer cette responsabilité⁴. Avant que le gouvernement fédéral ne devienne le gardien de sites relevant du Titre II, il incombe à la NRC de prendre avec les propriétaires/exploitants des sites les dispositions financières

-
1. Les usines de traitement relevant du Titre I ont été exploitées afin de répondre aux besoins en uranium du Gouvernement fédéral entre 1947 et 1970. Le DOE a pour objectif de décontaminer « le stock actuel de déchets se trouvant à l'intérieur de son complexe d'armes nucléaires d'ici à 2019 ».
 2. Aux termes du Titre I de la Loi de 1978 sur le contrôle des rayonnements émis par les résidus de traitement de l'uranium (UMTRCA), le DOE a établi en 1979 son programme de Mesures de dépollution des résidus de traitement de l'uranium [*Uranium Mill Tailings Remediation Action – UMTRA*] afin d'assurer la décontamination et l'évacuation des résidus de traitement se trouvant sur 22 sites hors service dans l'ensemble des États-Unis. Deux sites supplémentaires de résidus de traitement ont été ajoutés par la suite. Par le biais de ce programme, le DOE a coordonné les travaux d'assainissement avec les États concernés, les tribus indiennes et les autorités locales. L'État du Dakota du Nord a ultérieurement demandé au DOE de supprimer de la liste deux sites relevant du Titre I qui se trouvaient sur son territoire, car ces sites étaient considérés comme représentant un très faible risque pour la population et l'environnement, et les fonds de l'État ainsi que le soutien du public pour la décontamination des sites du Nord Dakota étaient limités. Le Secrétaire à l'énergie les a donc rayés de la liste des sites relevant du Titre I en 1997, sans qu'ils aient été assainis, après que le DOE a établi une Évaluation des incidences sur l'environnement et une Constatation de l'absence d'incidences notables, conformément à la Loi sur la politique nationale de protection de l'environnement [*National Environmental Policy Act – NEPA*].
 3. En tout, 5 335 propriétés avoisinantes ont été décontaminées dans le cadre du Programme UMTRA.
 4. “Long-Term Surveillance and Maintenance Program, 1998 Report” (Programme de surveillance et d'entretien à long terme), US Department of Energy, Grand Junction Office, Grand Junction, Colorado, mars 1999, p. 5.

requis pour faire en sorte que des fonds suffisants soient disponibles afin de couvrir les coûts des éventuelles mesures de surveillance à long terme et d'entretien régulier durable visant les sites réaménagés. Le DOE devra assumer à terme les coûts de surveillance et d'entretien à long terme des sites d'évacuation des déchets faiblement radioactifs relevant du Titre I, mais il n'assumera pas la responsabilité financière des activités menées sur des sites relevant du Titre II, une fois la garde transférées. À la fin de 1999, en vertu du Programme de surveillance et d'entretien à long terme [*Long-Term Surveillance and Monitoring Programme – LTSM*], le DOE était le gardien de 25 sites d'évacuation de déchets faiblement radioactifs et en assurait la surveillance, le contrôle et l'entretien. D'ici à 2006, il est prévu qu'une cinquantaine de tels sites peu radioactifs résultant de divers programmes de réaménagement, feront partie du programme LTSM⁵.

L'élimination de la contamination en surface comprend quatre principales étapes : (1) définition ou caractérisation du type et de l'étendue de la contamination ; (2) obtention d'un site d'évacuation destiné à recevoir les matériaux contaminés ; (3) élaboration d'un plan de déclassement qui stipule la méthode d'assainissement retenue et qui en précise les spécifications ; et (4) exécution des travaux de dépollution conformément aux spécifications et à la réglementation, en tant que de besoin.

Sur la base des évaluations entreprises pour préciser les risques potentiels que représentent les résidus pour la santé publique, le DOE a classé en 1979 les sites à dépolluer relevant du Titre I selon une liste de priorité élevée, moyenne et faible. Ce classement décroissant a déterminé l'ordre dans lequel la dépollution serait réalisée sur les sites, mais n'interdisait pas de commencer les travaux sur des sites de priorité moindre avant d'achever le réaménagement de tous les sites de priorité élevée. Tous les sites, quel que soit leur classement en fonction du risque ou leur priorité de décontamination, devaient être dépollués conformément aux normes établies par l'EPA.

En 1980, le Congrès a adopté une méthode différente pour fixer les priorités de décontamination. En vertu de la Loi cadre de 1980 sur les mesures d'intervention, l'indemnisation et la responsabilité dans le domaine de l'environnement [*Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liabilities Act – CERCLA*], habituellement appelée le « Superfonds » [*Superfund*], les sites potentiellement dangereux sont examinés pour déterminer ceux présentant un niveau de contamination et de risque suffisant pour en justifier l'inscription sur la Liste des priorités nationales [*National Priorities List – NPL*]⁶. Figurent sur cette liste les sites qui présentent les risques les plus sérieux pour la santé publique et l'environnement. Aux termes de la CERCLA, les producteurs de déchets dangereux et les transporteurs de déchets, outre les propriétaires et les exploitants de sites, peuvent être tenus responsables soit de la dépollution de leurs sites, soit du remboursement au Gouvernement fédéral des coûts des activités de réaménagement. Le DOE, toutefois, est tenu de rembourser aux propriétaires/exploitants les coûts de réaménagement imputables aux résidus de traitement découlant des ventes d'uranium aux États-Unis, à concurrence d'une limite maximale établie pour tous les sites relevant du Titre II.

La CERCLA a instauré une taxe frappant les industries chimiques et pétrolières et de larges compétences fédérales afin de faire face directement aux rejets ou menaces de rejets de substances dangereuses susceptibles de mettre en danger la santé publique ou l'environnement. En cinq années, 1,6 milliards d'USD ont été perçus et la taxe a alimenté un fonds affecté à la dépollution des sites de déchets dangereux abandonnés ou non contrôlés. La CERCLA a établi des interdictions et des

5. “Long-term Surveillance and Maintenance Program, 1998 Report”, US Department of Energy, Grand Junction Office, Grand Junction, Colorado, mars 1999, p. 6.

6. Les résidus des usines de traitement d'uranium en cours de dépollution par le DOE en application du Titre I de la Loi UMTRCA, ne sont pas couverts par le Superfonds.

prescriptions visant les sites de déchets dangereux fermés et abandonnés, engagé la responsabilité des personnes responsables de rejets de déchets dangereux sur ces sites, et établi un fond de dépôt destiné à financer la dépollution lorsque aucune partie responsable n'a pu être identifiée. On a eu et on continue d'avoir recours à cette législation pour la dépollution des mines d'uranium abandonnées.

Les normes de l'EPA en vigueur en vertu de l'UMTRCA, figurent dans les « Normes pour la protection de la santé et de l'environnement applicables aux résidus d'extraction et de traitement de l'uranium » [*Health and Environmental Protection Standards for Uranium and Uranium Mill Tailings*] dans le Titre 40, Partie 192 du Code de la réglementation fédérale [*Code of Federal Regulations, 40 CFR, Part 192*]. Il incombe à la NRC de délivrer les autorisations d'exploitation en vertu de la réglementation sur l'autorisation des matières brutes au plan national [*Domestic Licensing of Source Material, 10 CFR Part 40*] qui stipule que chaque autorisation d'exploitation doit contenir des dispositions couvrant la décontamination, le déclassement et le réaménagement de l'installation autorisée. Les mesures que le titulaire de l'autorisation doit prendre en ce qui concerne le déclassement du site sont aussi énumérées dans le libellé de l'autorisation délivrée à l'exploitant de l'installation. Toute personne qui sollicite une autorisation d'exploitation doit soumettre à la NRC ou à l'État lié par un accord⁷ une déclaration d'incidences génériques sur l'environnement [*Generic Environmental Impact Statement – GEIS*] qui couvre tous les aspects pertinents liés à la construction et à l'exploitation de l'installation, et décrit les mesures prévues pour le réaménagement du site et les déchets qui s'y trouvent.

Garantie visant le réaménagement des sites

Dès lors que le plan de déclassement proposé est approuvé par la NRC ou l'État compétent, le titulaire de l'autorisation doit fournir une garantie assurant que les fonds requis pour réaménager le site seront disponibles pour mener à terme les travaux de remise en état du site conformément aux normes établies par la réglementation fédérale ou de l'État, dans l'hypothèse où il se peut qu'une tierce partie doive exécuter les travaux au cas où le titulaire de l'autorisation est incapable de les mener à bien. La NRC ou l'État, et le titulaire de l'autorisation doivent se mettre d'accord sur le coût estimé des travaux de déclassement. Le montant de la garantie doit couvrir un certain nombre d'activités, telles que le déclassement de l'installation, le réaménagement des résidus, la restauration de la qualité des eaux souterraines, la fermeture du champ de captage, la décontamination de surface, la remise en végétation et la surveillance à long terme. Le matériel et les structures contaminés doivent être broyés et évacués avec tous les résidus de sol contaminé dans une zone d'évacuation autorisée à cet effet. Le coût estimé et la garantie doivent inclure une redevance fixée par la NRC ou l'État lié par un accord, destinée aux fonds nécessaires pour couvrir les frais de surveillance et de contrôle du site en vue de protéger la santé et la sécurité du public. Au 31 décembre 1999, l'industrie américaine de l'uranium avait engagé plus de 235 millions d'USD au titre de la garantie. Pour chaque autorisation délivrée, la garantie est réévaluée chaque année afin de tenir compte de l'inflation et des travaux de déclassement déjà exécutés.

7. Trois États, à savoir le Colorado, le Texas et l'État de Washington, aux termes d'un accord passé avec la Commission de la réglementation nucléaire des États-Unis (NRC) ont choisi de mettre en œuvre des programmes au niveau de l'État en vue de réglementer les installations de production d'uranium se trouvant sur leur territoire. Toutes les réglementations adoptées et appliquées par un État doivent être conformes à celles de la NRC, qui est habilitée à examiner de telles réglementations.

En plus de l'UMTRCA et de la CERCLA, parmi les textes législatifs et les règlements d'application établis en vue d'instaurer des mesures de contrôle de l'environnement visant le réaménagement des installations de récupération de l'uranium, on peut citer la Loi sur la pollution de l'eau [*Clean Water Act – CWA*] modifiée (33 USC 1251 *et seq.*), la Loi sur la pollution de l'air [*Clean Air Act – CAA*] modifiée (42 USC 7401 *et seq.*), la Loi sur l'eau potable [*Safe Drinking Water Act – SDWA*] modifiée (42 USC 300 (f) *et seq.*), et la Loi sur l'énergie atomique [*Atomic Energy Act – AEA*] (42 USC 2021 *et seq.*), modifiée par la Loi sur le contrôle des rayonnements émis par les résidus de traitement de l'uranium (UMTRCA) (72 USC 7901 *et seq.*). En ce qui concerne l'assainissement des installations qui répondent à certains critères de classement en raison du risque potentiel qu'elles présentent pour le public et l'environnement, c'est la Loi cadre de 1980 sur les mesures d'intervention, l'indemnisation et la responsabilité dans le domaine de l'environnement (CERCLA) (42 USC. 9601 *et seq.*) qui s'applique.

La CWA confère à l'EPA le pouvoir d'imposer des limites relatives aux effluents, par l'intermédiaire de permis, applicables aux rejets dans les eaux des États-Unis à partir de sources ponctuelles, notamment les sites d'extraction et de concentration d'uranium. Elle habilite également l'EPA à réglementer, par des permis, les déversoirs d'orage à partir des sites de mine tant en exploitation que hors service.

La CAA confère à l'EPA le pouvoir de réglementer les émissions tant de polluants « classiques », tels le PM₁₀ (particules de moins de 10 microns) que des polluants dangereux, comme le radon. Ces deux types de polluants atmosphériques sont émis par les activités d'extraction et de concentration de l'uranium. Le Programme de contrôle des injections dans les formations souterraines [*Underground Injection Control – UIC*] a été instauré en vertu de la SDWA et a mis en place un système de permis visant à garantir que les sources souterraines d'eau de boisson seront protégées, et que l'injection dans le sous-sol de fluides et d'effluents liquides de procédés, notamment dans le cadre des activités d'extraction et de concentration de l'uranium, par de tels puits ne contamineront pas les réservoirs d'eau potable.

Les compétences afférentes à la réglementation par les organismes des États des activités d'extraction et de concentration de l'uranium procèdent des programmes délégués par les autorités fédérales et des pouvoirs conférés par la législation des États. Les programmes fédéraux qui s'appliquent aux activités d'extraction et de concentration de l'uranium et dont l'exécution peut être déléguée aux États comprennent : le programme UIC, le Système national d'élimination des rejets de polluants [*National Pollutant Discharge Elimination System – NPDES*], et la délivrance d'autorisations ainsi que la réglementation en matière de radioprotection de la NRC. Pour qu'un État soit capable d'administrer tout ou partie de ces programmes fédéraux, il faut qu'il dispose de prescriptions qui soient tout aussi rigoureuses que les programmes fédéraux correspondants.

Réglementation actuelle applicable aux mines d'uranium

La NRC, à l'instar de l'AEC à partir de laquelle elle a été créée, ne considère pas que ses pouvoirs réglementaires s'étendent aux mines d'uranium souterraines ou à ciel ouvert. De même, le Service de l'exploitation minière à ciel ouvert [*Office of Surface Mining – OSM*] du Ministère fédéral de l'intérieur [*Department of the Interior – DOI*] s'abstient de réglementer les mines d'uranium et s'intéresse plutôt aux normes et règlements applicables à l'assainissement des mines de charbon. Les divers États assument la mise en œuvre de la plupart des règlements qui visent principalement les activités minières. Aux termes des règlements et des normes qui ont été élaborés pour l'assainissement des mines de charbon en exploitation ou abandonnées à l'échelle nationale, une redevance est perçue pour chaque

tonne de charbon extraite en vue d'établir un fonds destiné à servir au réaménagement des mines de charbon abandonnées et à la fermeture des accès de mine dangereux qui subsistent à la suite d'autres activités d'extraction. Les fonds proviennent des activités d'extraction du charbon et la plupart des travaux de réaménagement ont été réalisés dans les mines de charbon ou de métaux autres que l'uranium. Les États qui ont réaménagé avec succès les mines de charbon abandonnées dont ils ont hérité, peuvent utiliser les fonds qui restent pour assainir d'autres mines abandonnées, notamment les mines d'uranium. Cette formule a été utilisée au Wyoming et par l'intermédiaire d'un accord passé avec l'OSM, elle est aussi utilisée par le gouvernement de la Nation Navajo dans l'Arizona. Au Colorado et au Wyoming, il existe des programmes d'État d'exploitation minière qui dénotent l'importance de leurs ressources minérales et houillères et de leurs industries extractives. Les lois de l'État du Wyoming, par exemple, ont contribué à favoriser l'exploitation par étapes des mines à ciel ouvert et les activités connexes de réaménagement. Le Colorado dispose aussi d'une législation sur les mines abandonnées et d'un fond destiné aux travaux de réaménagement.

Les mines situées sur des terres du domaine fédéral peuvent aussi être soumises à des prescriptions établies par le Bureau de l'aménagement du territoire [*Bureau of Land Management – BLM*] du DOI ou à des exigences spécifiées dans les modalités des accords de concession, tels que ceux applicables aux concessions minières sur les terres des tribus indiennes. Le contrôle exercé par le BLM sur les concessions minières a pour base la Loi de 1976 sur la politique et la gestion des terres fédérales [*Federal Land Policy and Management Act of 1976 – FLPMA*] (Public Law 94-579). La réglementation figurant dans le Titre 43 du CFR, Partie 3809, intitulée « Gestion de la surface » [*Surface Management*] a pour objet de protéger les terres du domaine fédéral contre toute dégradation et s'applique surtout dans les cas où les perturbations en surface s'étendent sur une superficie supérieure à 5 acres (2,02 ha).

Les activités plus importantes nécessitent un plan d'exploitation préalablement approuvé, mais des mines existantes peuvent continuer d'être exploitées pendant que des plans sont en cours d'élaboration et d'approbation. La réglementation est de portée générale et ne prévaut pas sur la législation de l'État visant les concessions minières. Dans les cas où les réglementations de l'État et du BLM sont susceptibles de se chevaucher ou d'entraîner une incompatibilité d'application, les deux parties doivent se mettre d'accord en rapprochant les interprétations divergentes tout en veillant à protéger l'environnement.

S'agissant des mines à ciel ouvert, les principales préoccupations en matière d'environnement concernent les excavations et les tas de déchets connexes. De telles mines peuvent devoir être remblayées ou leurs parois être remodelées pour éliminer des pentes trop abruptes. Il se peut aussi que les tas de déchets doivent être reprofilés de manière à leur conférer une forme plus naturelle qui facilitera la restauration du couvert végétal. Sauf en ce qui concerne l'obligation d'obturer les puits et les galeries, les mines souterraines sont généralement l'objet de peu de prescriptions en matière de réaménagement. Dans le cas des mines d'uranium à ciel ouvert, les coûts de réaménagement peuvent être importants. Une compagnie minière opérant dans le secteur de l'uranium, par exemple, a indiqué qu'il lui en a coûté environ 35 millions d'USD pour remblayer et remodeler ses mines à ciel ouvert dans la région du bassin de la Powder River au Wyoming.

Le réaménagement des zones exploitées consiste notamment à rétablir le paysage dans son état d'origine. Les morts-terrains doivent être remis en place dans les mines à ciel ouvert épuisées et les éventuels tas de stériles restants doivent être remodelés pour s'intégrer à la topographie locale. Le site perturbé doit ensuite être recouvert avec la terre végétale d'origine (qui a été spécialement entreposée à cette fin) pour réensemencement s'il y a lieu en vue de la remise en végétation. Afin d'améliorer sa survie à long terme, il convient de choisir une végétation indigène à la zone. Une fois que le titulaire de l'autorisation a réalisé un réaménagement satisfaisant du site, la garantie est débloquée et les titres

de propriété afférents au site (y compris aux résidus) sont transférés au DOE ou à l'organisme compétent de l'État, qui assume la responsabilité de la surveillance et la prise en charge à long terme du site.

Coûts de la gestion de l'environnement après fermeture

Les coûts de la gestion de l'environnement après fermeture sont au premier chef constitués par les frais de réaménagement et de surveillance. Pour les usines de traitement d'uranium, ces coûts comprennent la décontamination et la démolition, la stabilisation à long terme des résidus et la restauration de la qualité des eaux souterraines. Pour les mines, les coûts de réaménagement encourus couvrent le remblayage partiel des mines à ciel ouvert, la stabilisation des tas de stériles, le remodelage des surfaces des terrains perturbés et la remise en végétation. La surveillance est un poste de coût après fermeture dans le cas tant des usines de traitement que des mines.

Aux États-Unis, le coût total pour la décontamination en surface des 22 anciens sites de traitement du minerai d'uranium relevant du Titre I de l'UMTRCA dans le cadre du Projet de mesures de dépollution des résidus de traitement de l'uranium (UMTRA) a été estimé à 1,476 milliards d'USD^{8,9}. Ce chiffre ne comprend pas le coût de la restauration de la qualité des eaux souterraines sur les sites relevant du Titre I, qui d'après les estimations du DOE de 1995, s'élèverait à 147 millions d'USD de sus du coût de la dépollution en surface, les travaux en la matière devant être menés à bien d'ici à 2014. La décontamination en surface des sites visés par le Titre II est en cours et, à la fin de 1999, le coût total estimé des travaux déjà terminés était d'environ 600 millions d'USD. Également en 1999, le coût total des travaux de décontamination en surface achevés sur les 22 principaux sites de mines d'uranium aux États-Unis a été estimé à environ 300 millions d'USD. Les coûts encourus à ce jour dans le cadre du Programme des mines abandonnées de l'OSM, pour la dépollution des mines d'uranium abandonnées qui est gérée par plusieurs États, n'ont pas encore été compilés.

BESOINS EN URANIUM

Il est prévu que les besoins annuels en uranium pour les années 2001 à 2020 vont culminer en 2010 avec 19 740 t d'U (hypothèse haute) pour décliner jusqu'à environ 15 940 t d'U (hypothèse haute) en 2015. Quant à 2020, les projections relatives aux besoins (hypothèse haute) se situent au total à 17 860 t d'U, en raison de la fermeture attendue de certaines centrales nucléaires.

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.

-
8. Les coûts indiqués dans la présente section correspondent aux montants relatifs aux années au cours desquelles ils ont été encourus et n'ont pas été convertis en dollars courants.
 9. "UMTRA Project, Uranium Mill Tailings Remedial Action Surface Project, 1979-1999, End of Project Report" (Projet UMTRA, Rapport de fin de projet), DOE/AL/62350-500, établi par Jacobs Engineering Group, Inc., Albuquerque, Nouveau Mexique, pour le compte de l'USDOE, Environmental Restoration Division (Division du réaménagement de l'environnement), Albuquerque, NM, mai 1999 (p. 109).

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(Mwe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
97 480	97 480	97 480	90 620	96 860	65 570	94 250	55 300	88 530

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
20 570	18 420	18 670	17 440	19 740	11 510	15 940	12 150	17 860

En 2000, aucun réacteur nucléaire supplémentaire n'a été définitivement fermé aux États-Unis. On trouvera dans le tableau ci-après un historique des fermetures de réacteurs dans ce pays.

Réacteurs nucléaires commerciaux anciennement autorisés aux États-Unis

Nom du réacteur	Type	Puissance thermique (MW)	État	Dates d'exploitation
GE (REBV)	REB	50	Californie	1957-1963
Hallam	RRSMG	240	Nebraska	1962-1964
Picqua	RRMO	46	Ohio	1962-1966
CVTR	RTFMEL	64	Caroline du Sud	1962-1967
Pathfinder	REB	190	Dakota du Sud	1964-1967
Bonus	REB	50	Porto Rico	1964-1968
Elk River	REB	58	Minnesota	1962-1968
Fermi 1	RRRS	200	Missouri	1963-1972
Indian Point 1	REP	615	New York	1962-1974
Peach Bottom 1	RHTRG	115	Pennsylvanie	1966-1974
Humboldt Bay	REB	200	Californie	1962-1976
Dresden 1	REB	700	Illinois	1959-1978
Three Mile Island 2	REP	2 770	Pennsylvanie	1978-1979
Shippingport	REP	236	Pennsylvanie	1957 ^a -1982
La Crosse	REB	165	Wisconsin	1967-1987
Fort St. Vrain	RHTRG	842	Colorado	1973-1989
Rancho Seco	REP	2 772	Californie	1974-1989
Shoreham	REB	2 436	New York	1989-1989
San Onofre 1	REP	1 347	Californie	1967-1992

Réacteurs nucléaires commerciaux anciennement autorisés aux États-Unis (suite)

Nom du réacteur	Type	Puissance thermique (MW)	État	Dates d'exploitation
Yankee Rowe	REP	600	Massachusetts	1963-1992
Trojan	REP	3 411	Oregon	1975-1993
Connecticut Yankee	REP	1 825	Connecticut	1964-1997
Maine Yankee	REP	2 440	Maine	1963-1997
Millstone 1	REB	2 311	Connecticut	1986-1998
Zion 1	REP	1 040	Illinois	1973-1998

a Réacteur exploité en régime de puissance à l'aide du premier cœur.

CVTR Carolinas-Virginia Tube Reactor

REB Réacteur à eau bouillante

REBV Réacteur à eau bouillante de Vallecitos

REP Réacteur à eau sous pression

RHTRG Réacteur à haute température refroidi par gaz

RRMO Réacteur à réfrigérant et modérateur organiques

RRRS Réacteur rapide refroidi par sodium

RRSMG Réacteur refroidi par sodium et modéré par gaz

RTFMEL Réacteur à tubes de force modéré par eau lourde

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE 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 initial 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. Le rapport antérieur était de 1:1 entre l'uranium naturel d'origine américaine et celui d'origine russe. En janvier 2000, le DOC et *Minatom* ont signé un avenant à l'accord suspensif avec la Russie par lequel, dans le cadre d'un contrat de ventes appariées, la part annuelle d'uranium naturel d'origine russe dans des ventes appariées, devait pouvoir atteindre chaque année au maximum 10 millions de livres d'équivalent d' U_3O_8 (environ 4 536 tonnes). Aux termes de ce nouvel avenant, on pourrait considérer qu'environ 2,5 livres (1,14 kg) d'U naturel d'origine russe correspondent à une livre (0,454 kg) d'U neuf produit aux États-Unis. En outre, il ne sera plus nécessaire de soumettre les contrats de ventes appariées au DOC pour confirmation de leur conformité aux dispositions de l'accord suspensif. Le nouvel avenant permet à *Minatom* ou son mandataire de se contenter d'informer le DOC de tout nouveau contrat et de lui en fournir les modalités principales.

Au début de 1999, le Kazakhstan a demandé qu'il soit mis fin à son accord suspensif visant les importations d'uranium. Par suite de l'examen ultérieur du cas de ce pays auquel il a fallu procéder, une décision négative a été rendue en juillet 1999 visant le Kazakhstan. En août 1999, le gouvernement des États-Unis a procédé à un nouvel examen pour déterminer si la cessation des enquêtes aux termes des accords suspensifs concernant l'uranium en provenance de l'Ouzbékistan et de la Fédération de Russie et la révocation de l'ordonnance d'imposition de droits antidumping frappant l'uranium en provenance d'Ukraine étaient susceptibles de conduire à la persistance ou à récurrence d'un préjudice important.

Cet examen a abouti, en août 2000, à la décision suivant laquelle la cessation des enquêtes aux termes des accords suspensifs concernant l'uranium en provenance de Russie serait susceptible de conduire à la persistance ou à la récurrence d'un préjudice important aux États-Unis. Il a toutefois été statué que la révocation de l'ordonnance d'imposition de droits antidumping frappant l'uranium en provenance de l'Ouzbékistan et de l'Ukraine ne serait pas susceptible de conduire à la persistance ou à la récurrence d'un préjudice important aux États-Unis dans un délai raisonnablement prévisible.

En janvier 2001, la Commission du commerce international [*International Trade Commission – ITC*] a statué que des indications raisonnables laissaient penser qu'un secteur industriel des États-Unis risquait de subir des préjudices matériels par suite de certaines importations d'uranium faiblement enrichi (UFE), présumé subventionné et vendu aux États-Unis en dessous de sa valeur vénale. L'UFE en question provenait de France, d'Allemagne, des Pays-Bas et du Royaume-Uni. En 2001, le DOC a annoncé les décisions préliminaires qu'il avait prises concernant les subventions et les taux de marge relatifs aux droits antidumping applicables à l'uranium provenant de France et du Royaume-Uni. La décision définitive du DOC a été publiée le 14 décembre 2001 et celle de l'ITC devrait être rendue publique le 18 janvier 2002. Le DOC a aussi statué que l'UFE visé produit par la société Urenco en Allemagne et aux Pays-Bas, et importé aux États-Unis, n'était pas vendu à un prix inférieur à sa valeur loyale et marchande et qu'il ne faisait pas l'objet de droits antidumping. L'applicabilité de la législation antidumping à ces importations et la suite donnée à la requête sont contestées par les pays exportateurs et la Commission européenne.

STOCKS D'URANIUM

À la fin de 2000, le volume total des stocks commerciaux d'uranium (naturel et enrichi exprimé en équivalent d'U) s'élevait à environ 43 210 t d'U, soit une baisse de 12 % par rapport aux 48 680 t d'U indiquées la fin de 1999. À la fin de 2000, les compagnies d'électricité détenaient des stocks d'environ 21 500 t d'U, soit une diminution de 4 % par rapport à la fin de 1999, tandis que les stocks des fournisseurs s'élevaient à environ 22 370 t d'U, en baisse de 18 % par rapport au chiffre indiqué à la même date. Les fournisseurs ont fait état de stocks d'uranium enrichi atteignant environ 16 860 t d'U à la fin de 2000, soit 11 % de plus que les 15 150 t d'U notifiés en 1999, tandis que ceux des compagnies d'électricité atteignaient 7 280 t d'U, soit environ 40 % de plus qu'en 1999. Quant aux stocks d'uranium détenus par le Gouvernement des États-Unis, ils n'avaient pas changé à la fin de 2000 et s'élevaient toujours à environ 20 410 t d'uranium. Le Gouvernement fédéral ne détenait aucun stock d'uranium enrichi à la fin de 2000. Il convient de noter que les totaux des stocks commerciaux indiqués pour 2000 comprennent les stocks détenus par la société *US Enrichment Corporation*.

Total des stocks d'uranium*
(t d'équivalent d'U naturel)

Détenteur	Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés	Stocks d'uranium enrichi	Stocks d'uranium appauvri	Stocks d'uranium retraité	Total
Secteur public	20 410	0	n.d.	n.d.	20 410
Producteurs	4 850	16 860	n.d.	n.d.	21 720
Compagnies d'électricité	14 220	7 280	n.d.	n.d.	21 500
Total	39 480	24 140	n.d.	n.d.	63 620

* Les totaux sont arrondis à la dizaine de tonnes la plus proche. Il se peut qu'ils 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 1991 à 2000
(USD/kg d'équivalent d'U)

Année	Achats des compagnies d'électricité américaines auprès de fournisseurs nationaux	Achats des compagnies d'électricité américaines auprès de fournisseurs étrangers
2000	29,77	25,88
1999	30,90	27,42
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

Nota : Les prix indiqués sont les prix moyens (en USD courants), pondérés en fonction des quantités, s'appliquant à toutes les transactions primaires (uranium tant d'origine américaine qu'étrangère) pour lesquelles les données ont été fournies. Ces transactions peuvent porter sur de l'uranium d'origine américaine aussi bien qu'étrangère.

• Finlande •

PROSPECTION D'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 1970, principalement par le Bureau de recherches géologiques. Depuis qu'ils ont été entrepris au début des années 70, les programmes régionaux de cartographie géophysique et géochimie 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*), peuvent se résumer comme suit :

- Province de Kolari-Kittilä (Laponie occidentale), comportant le gisement de type gréseux de Kesänkitunturi (0,06 % ; 950 t d'U) et le gisement de type filonien de Pahtavuoma (0,19 % ; 500 t d'U), respectivement contenus dans des quartzites datant du Paléoprotérozoïque et des schistes graphitiques liés à des roches vertes ;
- Province de Kuusamo (nord-est de la Finlande), comprenant des indices d'uranium formés par métasomatose et liés à des minéralisations d'or et de cobalt (gisement de Juomasuo, par exemple) dans une séquence de quartzites datant du Paléoprotérozoïque et de roches volcaniques mafiques ;
- Province historique de Koli (Finlande orientale), comportant plusieurs petits gisements d'uranium de type gréseux (Ipatti, Martinmonttu et Ruunaniemi : 0,08-0,14 % ; 250 t 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 régolite datant du Paléoprotérozoïque.
- Province d'Uusimaa (Finlande méridionale), comportant des indices uranifères de type intrusif dans les migmatites granitiques datant du Paléoprotérozoïque, représentés par le gisement de Palmottu (0,1 % ; 1 000 t d'U) et la région d'Askola.

Parmi les contextes géologiques considérés figurent aussi :

- a) des phosphorites uranifères liées à des roches carbonatées sédimentaires datant des séquences du Paléoprotérozoïque, par exemple, le gisement d'uranium de Vihanti-U (Lampinsaari) (0,03 % ; 700 t d'U) et ceux de Nuottijärvi (0,04 % ; 1 000 t d'U) ;
- b) 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 ;
- c) des dykes et des filons uranifères et thorifères de granite à pegmatite datant du Paléoprotérozoïque ;
- d) des concentrations en surface d'uranium jeune dans de la tourbe récente.

Finlande

Il se peut que de l'uranium récupérable comme sous-produit soit présent à faible teneur (0,001-0,004 % d'U) 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 Paléoprotérozoïque (0,01 % d'U) en Laponie orientale.

Activités récentes et en cours

Il n'y a pas d'activité de prospection de l'uranium en Finlande.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

La Finlande fait état de 1 500 t d'U dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 USD/kg d'U. Ces ressources sont renfermées dans les gisements de Palmottu et de Pahtavuoma-U.

Des RRA représentant 2 900 t d'U supplémentaires récupérables à des coûts compris entre 130 et 260 USD/kg d'U sont renfermées dans les gisements de Nuottijärvi, de Vihanti-U (Lampinsaari) et de Kesänkitunturi, ainsi que dans la région de Koli (Ipatti, Martinmonttu et Ruunaniemi). Il n'est pas fait état de RSE-I.

Ressources raisonnablement assurées (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	1 500

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'est fait état d'aucune information.

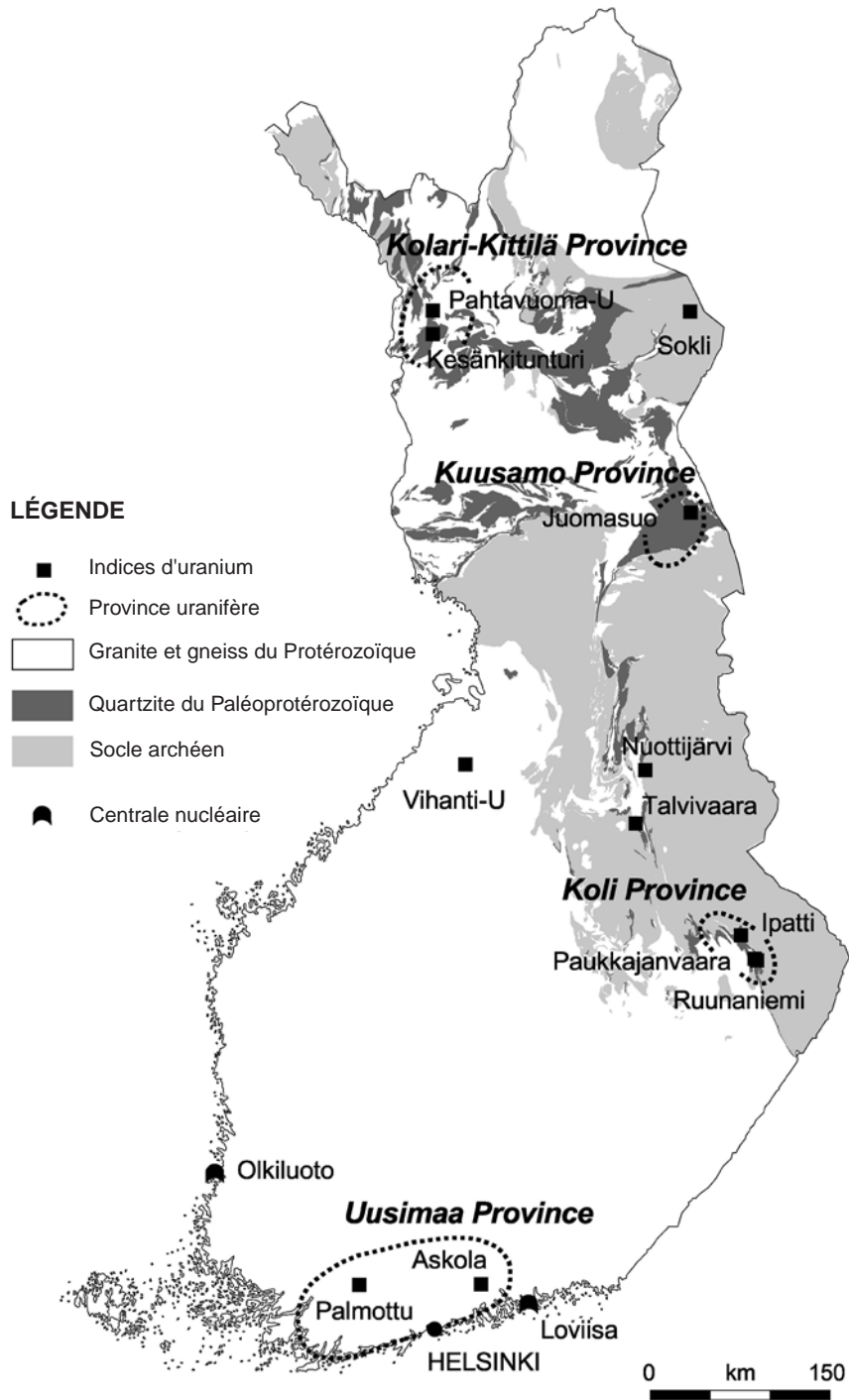
Ressources non classiques et autres matières

Les ressources récupérables en tant que sous-produits incluent entre 3 000 et 9 000 t d'U contenues dans les schistes noirs de Talvivaara, auxquelles s'ajoutent 2 500 t d'U renfermées dans la carbonatite de Sokli.

Ressources non classiques (t d'U)

Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
0	5 500 à 11 500	5 500 à 11 500

Gisements et indices d'uranium en Finlande



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 réaménagement est maintenant achevé. Ce sont au total 40 000 t de minerai qui ont été extraites, la quantité de concentrés produite s'étant élevée à environ 30 t d'U. À l'heure actuelle, la Finlande ne dispose d'aucune capacité théorique de production et ne fait état d'aucun projet en la matière.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Installation de traitement	30	0	0	0	30	0
Total	30	0	0	0	30	0

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Un programme de recherche sur la modélisation du transport des radionucléides autour du gisement de Palmottu, a été mené à terme. Les résultats en ont été présentés sous forme de plusieurs publications et rapports. Cinq pays européens ont participé à ce programme.

Selon la législation finlandaise en vigueur, l'exportation de combustible nucléaire irradié n'est pas autorisée au-delà de 1996. Depuis le début des années 80, des recherches ont été menées en vue de résoudre le problème de l'évacuation définitive. La société Posiva Ltd a été créée en 1996 en vue d'étudier l'évacuation définitive du combustible nucléaire irradié dans le soubassement rocheux du pays et a soumis une proposition de site en 2000.

Le 21 décembre 2000, le gouvernement finlandais a adopté une Décision de principe visant un projet d'évacuation définitive du combustible nucléaire irradié. Selon cette Décision, le projet de construction d'une installation d'évacuation définitive est conforme à l'intérêt général de la société et il peut donner lieu à la poursuite de recherches plus approfondies.

La mine d'uranium de Paukkajanvaara a été exploitée de 1958 à 1961. À la fin des activités minières, l'ouverture du puits a été scellée, mais les morts-terrains et le bassin de retenue des résidus ont été laissés à l'air libre. En octobre 1993, la mine à ciel ouvert et les résidus ont été recouverts de terre non contaminée. L'ancienne usine de concentration a été démantelée et le site a été recouvert. Le Centre finlandais de radioprotection et de sûreté nucléaire (STUK) exerce une surveillance sur la zone minière et ses environs depuis 1984.

BESOINS EN URANIUM

Au début de 2001, quatre réacteurs étaient en exploitation en Finlande : Olkiluoto 1 et Olkiluoto 2, qui appartiennent à la société TVO [*Teollisuuden Voima Oy*], ainsi que Loviisa 1 et Loviisa 2 qui sont la propriété de la société *Fortum Power and Heat Oy* (FPH) (l'ex-IVO). Leur puissance installée s'élevait à 2,6 GWe. Aucun nouveau réacteur n'est en construction. Les besoins en uranium de ces quatre réacteurs sont d'environ 500 t d'U/a.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600

Besoins en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
500	500	500	500	500	500	500	500	500

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. Fortum Power et Heat Oy achètent des assemblages combustibles à la Fédération de Russie, mais a aussi commandé des assemblages à une autre source à titre d'essai.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Les autorisations concernant l'extraction, l'enrichissement, la détention, la fabrication, la production, le transfert, la manutention, l'utilisation et le transport des matières et des déchets nucléaires ne sont accordées qu'aux ressortissants finlandais, ainsi qu'aux sociétés, fondations ou organismes nationaux finlandais. Toutefois, des sociétés ou organisations étrangères peuvent être autorisées, sous certaines conditions particulières, à transporter des matières ou déchets nucléaires sur le territoire de la Finlande. Il n'est fait état d'aucune évolution sensible de la politique de la Finlande relative à l'uranium.

STOCKS D'URANIUM

Les compagnies d'électricité maintiennent des réserves d'assemblages combustibles représentant environ un an d'exploitation.

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 pedestre, 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 situés 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 d'USD. 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.

Activités récentes et en cours

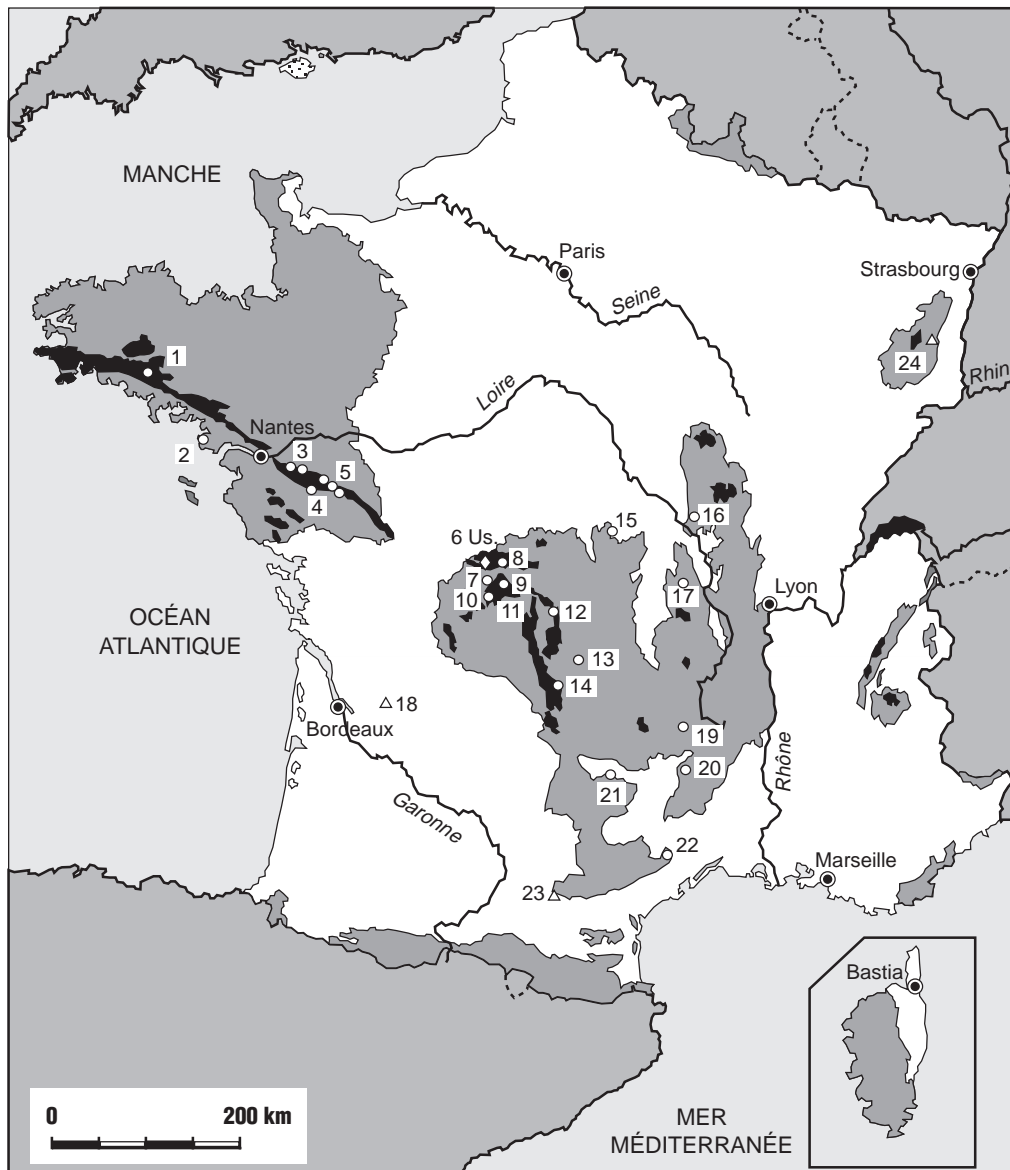
Depuis 1987, les activités de prospection de l'uranium sont en régression en France. Après une focalisation des travaux sur les zones situées autour des centres de production dans l'espoir de découvrir, dans leur voisinage, des gisements plus susceptibles d'être exploitables, les activités de prospection se limitent désormais exclusivement à celles associées à l'exploitation.

Les recherches sont localisées exclusivement 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 permettaient pas d'envisager une prolongation de l'exploitation au-delà de l'an 2001, conduisant à la cessation des dépenses de prospection en France.

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 mise en valeur de l'uranium par l'intermédiaire de ses filiales. Au Canada, au Kazakhstan et au Niger, elle est également engagée dans des activités et des projets d'exploitation minière. Par ailleurs, sans être exploitant, elle détient des actions dans plusieurs exploitations minières et projets de recherches dans différents pays.

Principaux gisements d'uranium en France



Gisements d'uranium :

◇ En exploitation

△ En préparation

○ Exploité

Us. Usine de concentration

■ Leucogranite

■ Massif varisque

1. Pontivy
2. Pennaran
3. Le Chardon
L'Écarpière
4. Beaurepaire
5. La Chapelle Largeau
La Commanderie
La Dorgissière
6. Le Bernardan (Maihac)
7. Le Brugeaud

8. Bellezane
9. Fanay
Le Fraisse
10. Magnac
Vénachat
11. Henriette
12. Hyverneresse
13. S¹-Pierre-du-Cantal
14. La Besse
15. Cerilly

16. Grury
17. Les Bois Noirs
18. Coutras
19. Le Cellier
Les Pierres Plantées
20. Les Bondons
21. Bertholène
22. Mas Laveyre
23. Tréville
24. S¹-Hyppolyte

Source : CEA-DCC/MNC, juin 97.

France

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 à l'étranger*

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
En milliers de francs français	52 400	44 600	n.d.	n.d.
En millions d'USD	8,777	7,933	n.d.	n.d.

* 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 correspondants aux intérêts publics et privés dans le capital des sociétés, il faudrait multiplier les valeurs indiquées respectivement par les facteurs 0,815 and 0,185.

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 complètement cessé, il est probable que cette tendance à la baisse des ressources va se prolonger.

Les ressources entrant dans la catégorie des RRA au 1er janvier 2001 sont en baisse de 27 % par rapport au 1er janvier 1999.

Les ressources connues entrant dans la tranche de coût inférieur à 80 USD/kg d'U sont réévaluées chaque année. La plus grande partie des RRA et des RSE-I entrant dans la tranche de coût compris entre 80 et 130 USD/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 raisonnablement assurées

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
265	265	265

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	11 739

Les déductions afférentes aux pertes prévues en cours d'extraction et de traitement du minerai sont déterminées pour chaque gisement, une perte estimée de 10 % ayant été déduite dans chaque cas.

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, la production française d'uranium est en baisse depuis 1990. Avec la fermeture du site minier de Lodève en 1997 et de celui du Bernardan en 2001, il n'y a plus d'exploitations minières en activité en France.

Évolution de la production d'uranium (tonnes d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Installation de traitement	72 500	452	416	296	73 664	120
Total	72 500	452	416	296	73 664	120

État de la capacité théorique de production

En France, toutes les usines de traitement de minerai ont été déclassées ou sont en cours de déclassement. Aucune autre unité de production n'est en construction, planifiée ou envisagée. Le centre de production du Bernardan a cessé son activité en 2001.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	Le Bernardan SMJ (Cogéma)
Catégorie de centre de production	existant
Stade d'exploitation	fermé
Date de mise en service	1979
Source de minerai • Nom des gisements • Type de gisement	Bernardan filonien et corps minéralisés dans des granites
Exploitation minière : • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (t de minerai/an)	CO/ST 183 000
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/EI 500 97,1
Capacité nominale de production (t d'U/an)	600
Projets d'expansion	néant
Autres remarques	arrêt définitif en 2001

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La Cogéma 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 exploitait le gisement du Bernardan, tandis que le gisement de Lodève, actuellement en cours de réaménagement, était directement exploité par la Cogéma.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium en 2000

Intérêts nationaux				Intérêts étrangers				Totaux	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]
296	100	0	0	0	0	0	0	296	100

Emploi dans le secteur de l'uranium

Les effectifs de personnel employé sont limités au minimum requis pour assurer le réaménagement et la sûreté des anciens sites miniers. Le reclassement du personnel du site minier du Bernardan est totalement assuré ; seules resteront sur place jusqu'en 2004 les personnes nécessaires pour parachever la remise en état du site.

Centres de production futurs

Dans le contexte actuel du marché de l'uranium, il n'est pas projeté d'aménager de nouveaux centres de production dans un avenir proche.

Capacité théorique de production à court terme (t d'U/a)

2001				2002				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
0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2010				2015				2020			
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

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 suivants :

La période d'activité d'extraction et de traitement des minerais

Les problèmes recensés pendant la 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. En raison de leur composition chimique, certains de ces produits constituent des sources potentielles de pollution ; le principal problème est la dispersion éventuelle par les vecteurs air et eau des polluants contenus, tels que des radionucléides et les 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, un contrôle et un traitement, le cas échéant, avant rejet dans le milieu naturel.
- Aux travaux miniers souterrains qui peuvent modifier 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 un 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 postérieure aux activités d'extraction et de traitement : 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 l'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 la réalisation des travaux destinés à limiter, de façon durable, les incidences résiduelles du site sur son environnement.

Cet objectif est atteint par le maintien du suivi de l'évolution :

- de la qualité de l'air (rayonnement gamma, radon, poussières) dans l'environnement proche ;
- de la qualité des différents types d'eaux, pour en contrôler les propriétés chimiques, en particulier celles du drainage minier acide, avant leur rejet dans le 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 une période probatoire suffisante pour atteindre un retour à l'équilibre satisfaisant avec l'environnement.

L'expérience a montré que ce sont les problèmes de qualité des eaux et de stabilité des terrains, en particulier dans le cas des sites miniers fermés 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 radioactifs	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (× 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 radioactifs	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (× 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 radioactifs	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (× 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 radioactifs	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (× 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 radioactifs	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (× 1 000)	33 887	1 168	1 474	884	37 413

BESOINS EN URANIUM

Besoins en uranium et stratégie en matière d'achat

Le parc de réacteurs nucléaires de puissance ne devrait pas changer maintenant que les quatre réacteurs N4 ont été mis en service. La puissance installée totale des centrales nucléaires ainsi que les besoins en uranium devraient également demeurer les mêmes, car aucun réacteur ne devrait être fermé au cours des 15 à 20 prochaines années.

La France étant un pays importateur net d'uranium, sa politique en matière d'achats repose sur une diversification des approvisionnements. Les opérateurs miniers français participent à des activités de prospection et d'exploitation de l'uranium hors de France dans le cadre réglementaire des pays hôtes. Ils procèdent aussi, dans le cadre de contrats à plus ou moins long terme, à des achats d'uranium provenant, soit de mines dans lesquelles ils détiennent des participations, soit de mines exploitées par des tiers.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200	63 200

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
8 879	8 568	8 568	8 168	8 168	8 168	8 168	8 168	8 168

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE 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 (EDF) possède des stocks de sécurité dont le niveau minimal est fixé à l'équivalent de trois ans de consommation prévisionnelle.

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.

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 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 ;
- 1999 : arrêt des activités de production d'uranium et début du déclassement de l'usine de traitement.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

Méthode de production	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Mine à ciel ouvert	11 422	725	0	0	12 147	0
Mine souterraine	15 725	0	0	0	15 725	0
Total	27 147	725	0	0	27 872*	0

* Sur cette production totale, 94 t d'U produites à partir des sites de réacteurs naturels d'Oklo se sont révélées appauvries en ²³⁵U.

État de la capacité théorique de production

Aucune extraction de minerai n'est intervenue dans 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'en mars 1999, data à laquelle toute exploitation minière a cessé au centre de production de la COMUF.

Structure de la propriété du 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 ne produit plus d'uranium depuis 1999 et décline actuellement ses installations de production.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	Mounana
Catégorie de centre de production	existant
Stade d'exploitation	fermé ; en cours de réaménagement
Date de mise en service	1988
Sources de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement	Mikouloungou / Okelobondo grès
Exploitation minière : • Type (ST/CO/LIS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST 800 80
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	ES 1 300 95
Capacité nominale de production (t d'U/a)	0
Projets d'expansion	aucun

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Les principales préoccupations en matière d'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 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 ha. 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 réaménagement pour but de maintenir toute incidence radiologique résiduelle 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 des résidus et, si possible, de permettre la réutilisation future de la zone concernée.

L'usine de traitement de Mounana est complètement démantelée et la remise en état du site devrait être achevée d'ici à la fin de 2001. Un programme de surveillance et de suivi à long terme des résidus sera ensuite mis en œuvre.

Le Gabon n'a aucun besoin en uranium et ne fait état d'aucune information sur les politiques nationales relatives à l'uranium, les stocks d'uranium ou le prix de l'uranium.

• Hongrie •

PROSPECTION D'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 d'établir les installations minières 1 et 2. En 1956, la co-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 de prospection 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.

Le corps minéralisé 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 très 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 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 connues (RRA et RSE-I)

La Hongrie ne fait état d'aucune ressource entrant dans la catégorie des RRA ou des RSE-I.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'est fait état d'aucune estimation pour les Ressources Spéculatives. Les travaux de réaménagement en cours en Hongrie ont amené à réévaluer des ressources de ce pays. Les ressources connues en uranium, qui entraient, au 1^{er} janvier 1999, dans la catégorie des RSE-I, sont maintenant classées dans la catégorie des RSE-II récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U. Elles sont tributaires du centre de production de Mecsek.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/ kg d'U	<130 USD/ kg d'U
0	0	18 399

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 t 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 t 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 était d'environ 700 t d'U/an.

La mine de Mecsek comprend cinq sections qui ont été exploitées selon le calendrier suivant :

Section I : en exploitation de 1956 à 1971.

Section II : en exploitation de 1956 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.

Hongrie

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/t, ont été broyées jusqu'à une granulométrie inférieure à 30 mm et placées dans deux tas en vue d'une lixiviation.

Le procédé a été appliqué dans deux sites distincts : le Site N°1, renfermant 2,2 millions de tonnes de minerai, n'est plus en opération et son réaménagement est prévu et le Site N°2, renfermant 5 millions de tonnes de minerai, qui est situé dans un bassin isolé.

Pour la lixiviation, on a utilisé une solution de carbonate de sodium, et l'uranium a été 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 t d'U en 1980. La production cumulée du projet de lixiviation en tas est estimée à environ 525 t d'U, le taux moyen de récupération ayant été d'environ 60 %. La production s'est poursuivie jusqu'en 1997. Les anciens tas exploités par lixiviation ont été déplacés et les sites font l'objet de travaux de réaménagement.

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 repérer 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 et 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

Le Gouvernement hongrois a décidé, en décembre 1994, de mettre fin à l'extraction du minerai d'uranium à compter du 31 décembre 1997. La production n'a été que de 10 t d'U en 2000, obtenues en tant que sous-produit des activités de traitement des eaux.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Installation de traitement	20 475	0	0	0	20 475	0
Lixiviation en tas	525	0	0	0	525	0
Autres méthodes (traitement des eaux d'exhaure, réaménagement de l'environnement, par exemple)	0	10	10	10	30	10
Total	21 000	10	10	10	21 030	10

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*.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Il n'est fait état d'aucune information.

Centres de production futurs

Il n'est fait état d'aucune information.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

En 1996, la société *Mecsekuran* 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 le réaménagement 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 2000, les principales activités ont porté sur la couverture expérimentale des bassins de retenue des résidus et sur le drainage vertical, de même que sur le conditionnement et le stockage des produits de précipitation issus du traitement de l'eau. Le programme de réaménagement intégral des lieux se poursuivra jusqu'à la fin de 2002.

Coût de la gestion de l'environnement

	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 tas 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
Traitement de l'eau	n.d.	156 740	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	2 419 140	3 361 146	4 040 440
Réserves pour la période de 1998-2000	0	52 435	86 685	284 211
TOTAL (milliers de HUF)	5 406 468	2 471 575	3 447 831	4 324 651

BESOINS EN URANIUM

La Hongrie exploite la centrale nucléaire de Paks qui comprend quatre tranches de type VVER-440-213 représentant une puissance nucléaire installée totale de 1 800 MWe. À l'heure actuelle, il n'existe pas de projet ferme visant la construction d'autres centrales nucléaires. La centrale de Paks a récemment fait l'objet d'une prolongation de sa durée de vie utile.

Les besoins annuels en uranium de ces tranches sont d'environ 400 t d'U. Jusqu'en 1994, ces besoins ont pu être couverts par de l'uranium provenant des mines hongroises. Comme la production a cessé en 1997, les besoins en uranium sont uniquement couverts par des importations.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
400	400	400	0	400	0	400	0	400

POLITIQUE NATIONALE RÉLATIVE À L'URANIUM

En 1994, la Hongrie a décidé de mettre fin à la production nationale d'uranium à la fin de 1997. Cette politique est toujours en vigueur. Il n'est fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium et le prix de l'uranium.

• **Inde** •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET MISE EN VALEUR DES MINES

Historique

En Inde, les débuts de la prospection de l'uranium remontent à 1949. Jusque vers le milieu des années 70, ces activités se sont principalement limitées aux provinces uranifères connues dans les zones de Singhbhum (État de Bihar) et de Umra-Udaisagar (État du Rajasthan) où une minéralisation de type filonien avait déjà été identifiée. Un gisement, situé à Jaduguda dans la zone de Singhbhum (État de Bihar), a été exploité dès 1967 et de nombreux autres gisements se trouvant dans des régions voisines ont été réservés en vue d'une exploitation future. Par la suite, sur la base de modèles conceptuels et d'une méthode de prospection intégrée, les recherches ont été étendues à d'autres zones présentant des conditions géologiques favorables. Cela a abouti à la découverte de deux principaux gisements :

- un gisement de tonnage moyen à teneur relativement forte dans des grès datant du Crétacé, situé dans l'État du Meghalaya dans le nord-est de l'Inde ;
- un gisement stratiforme à fort tonnage et faible teneur, situé dans des dolomies détritiques minéralisées datant du Protérozoïque moyen du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh).

Cette phase de prospection a aussi permis de découvrir d'autres petits gisements à teneur assez faible, parmi lesquels figurent :

- des amphibolites datant du Protérozoïque à Bodal (État de Chhattisgarh) ;

Inde

- des migmatites cisailées datant du Protérozoïque inférieur, dans le complexe de gneiss de Chhottanagpur à Jajawal (État de Chhattisgarh) ;
- des conglomérats à galets de quartz du soubassement, à Walkunji (ouest de l'État de Karnataka) et Singhbhum (État de Jharkhand).

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). Ces gisements 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) ; la zone de cisaillement du Singhbhum (États de Bihar et d'Orissa) et la zone des Aravallis (État du Rajasthan).

Des sondages d'exploration réalisés dans la zone de Lambapur Peddagattu ont confirmé le potentiel du secteur nord-ouest du bassin de Cuddapah. Dans l'État du Meghalaya, des grès datant du Crétacé ont été retenus aussi comme étant un horizon susceptible de renfermer des concentrations d'uranium. Des levés et des activités de prospection autour du gisement uranifère de Domiasiat ont permis de déceler d'autres anomalies prometteuses.

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 se sont concentrées dans les zones suivantes :

- des bassins datant du Protérozoïque, comme ceux de Cuddapah, de la Bhima, de Chhattisgarh 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 Chhattisgarh ;
- les albitites de l'État 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

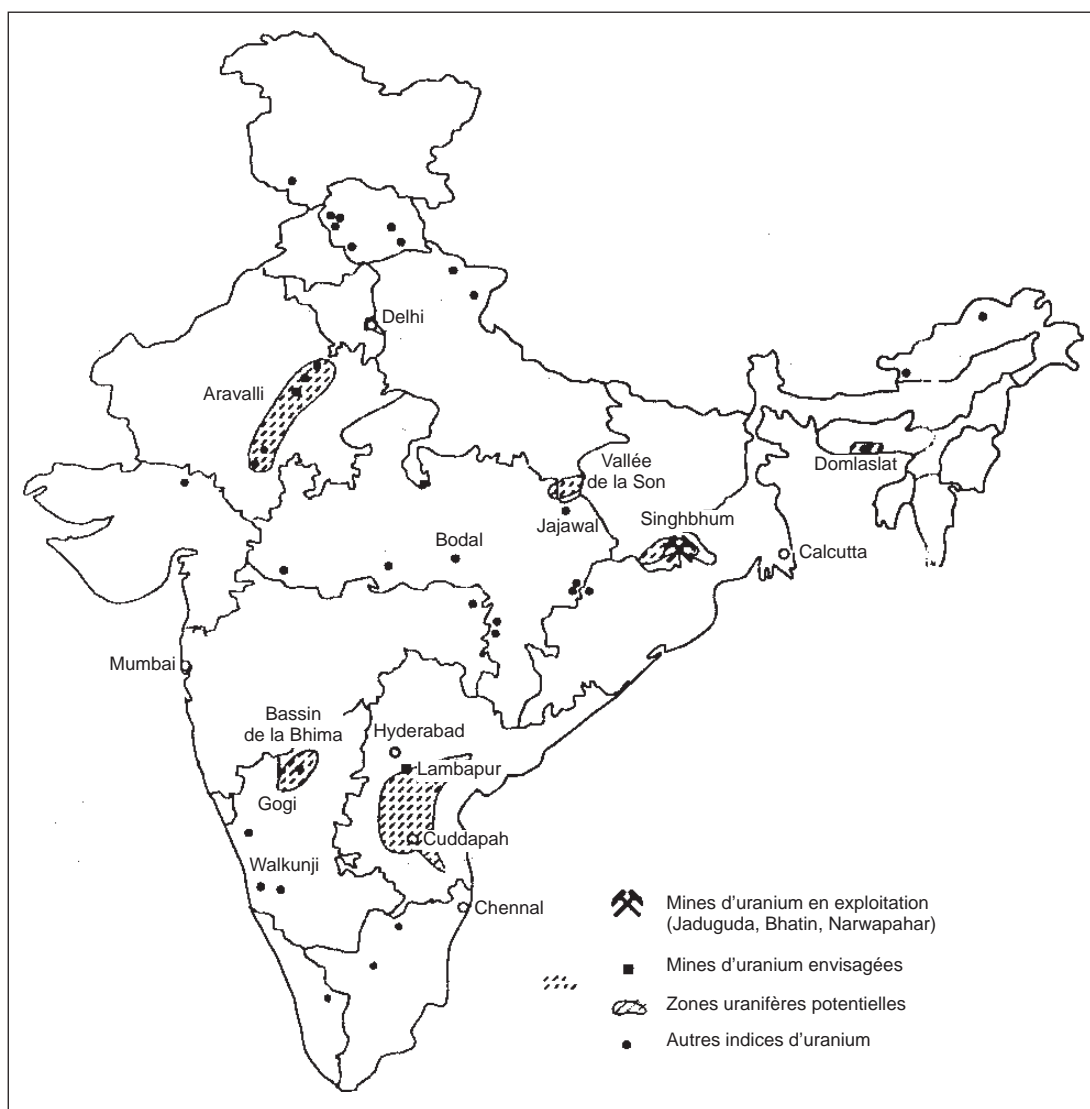
À Lambapur-Peddagattu, près de la limite nord-ouest du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh), on a délimité un gisement de taille et de teneurs moyennes. Les sondages d'évaluation et de prospection de la discordance minéralisée entre le socle granitique et le quartzite sus-jacent de Srisailam se poursuivent.

D'importants indices en surface dans un milieu géologique analogue ont été repérés le long de la discordance à l'intérieur d'une zone anormale de 60 km², à Chitrial. Des sondages d'exploration y sont prévus dans un proche avenir.

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.

D'importantes anomalies en surface ont été localisées dans le quartzite de Gulcheru (membre le plus bas du Supergroupe de Cuddapah) dans la zone de Gandhi, le long de la limite sud-ouest du bassin de Cuddapah. Les travaux de forage exploratoire ont démarré dans le but d'évaluer ces anomalies.

Gisements d'uranium en Inde



Bassin de la Bhima

Les grès bréchiques 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 comportent 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 dans une zone minéralisée de forte épaisseur. En 2000, les travaux de forage se sont poursuivis sur l'ensemble du bassin de la Bhima.

Autres bassins du Protérozoïque

Par suite des découvertes d'indices uranifères liés à des discordances, la priorité a été accordée à aux activités 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) et Indratavis (États de Chhattisgarh et d'Orissa). Les sondages de reconnaissance ont débuté 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 (datant du Crétacé) 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'évaluations détaillées, en dépit des problèmes de logistique et de l'importance des précipitations. En dehors des gisements confirmés de Domiasiat et de Tyrnai, les sondages de reconnaissance se poursuivent à Wahkyn où de nouvelles réserves ont été mises en évidence. De nouveaux indices uranifères ont aussi été localisés à Phlangsynnei dans le même contexte géologique.

Indices de type filonien

Il a été constaté que les fractures du socle dans les granitoïdes en bordure du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh), du bassin de Chhattisgarh (États de Chhattisgarh et d'Orissa) étaient très fortement minéralisées sur leur surface. Certaines indications géologiques laissent penser que ces fractures se prolongent sous les roches de couverture et, comme dans le cas de la zone de cisaillement de Singhbhum (État de Jharkhand), pourraient renfermer des gisements filoniens. Les efforts de prospection se sont donc intensifiés dans ces zones.

Indices intrusifs

Les intrusions d'albitites à l'intérieur du Supergroupe d'Aravalli (Paléoprotérozoïque) et de Delhi (Mésoprotérozoïque) 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 fortement minéralisées sur leur surface et leurs propriétés géologiques laissent penser qu'elles se prolongent sous les roches de couverture. Les travaux de prospection dans ces zones ont donc bénéficié d'une priorité élevée.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur public : (millions d'INR)	505,300	513,600	627,900	608,000
(millions d'USD)	12,812	12,090	14,368	13,098
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (m)	30 070	28 235	32 500	42 750

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

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 :

- des gisements filoniens et disséminés dans la zone de cisaillement de Singhbhum (État de Jharkhand) ;
- des gisements renfermés dans des grès dans des sédiments datant du Crétacé (État de Meghalaya) ;
- des gisements liés à des discordances à la base des sédiments datant du Protérozoïque dans le nord-ouest du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh) ;
- des gisements stratiformes présents dans des dolomies du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh).

Au 1^{er} janvier 2001, les ressources connues comprenaient 54 470 t d'U pour les RRA et 23 560 t d'U pour les RSE-I, s'agissant de ressources *in situ*. Depuis la publication des dernières estimations de ressources en 1999, les RRA ont augmenté de 1 725 t d'U au dépens des RSE-I qui ont baissé de 1 642 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 collines du Khasi occidental (État de Meghalaya). De nouvelles augmentations des ressources sont attendues dans ces régions.

Ressources connues en uranium* (t d'U)

Tranches de coût non spécifiée	
RRA	RSE-I
54 470	23 560

* 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 et de Jharkhand ont permis de découvrir des zones supplémentaires susceptibles de renfermer de l'uranium et d'accroître le niveau de confiance dans l'existence de ressources dans les zones où des travaux se poursuivent. De ce fait, les RSE-II ont augmenté de 960 t d'U par rapport au chiffre indiqué en 1999.

Bien que certaines Ressources Spéculatives aient été reclassées dans la catégorie des RSE-II, l'ensemble des RS demeure au même niveau, en raison des nouvelles découvertes prometteuses dans les zones suivantes : le bassin de la Bhima dans le district de Gulbarga (État de Karnataka) ; le bassin de Chhattisgarh, ainsi que les fractures du socle dans l'État de Chhattisgarh et dans le district de Bargarh (État d'Orissa).

Ressources non découvertes* (t d'U)

Tranches de coût non spécifiée	
RSE-II	Ressources spéculatives
13 990	17 000

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources non classiques et uranium obtenu comme sous-produit

Gisement	Emplacement	Nom du centre de production	Uranium récupérable (t d'U)
Gisements cuprifères de la zone de chevauchement de Singhbhum	District de Singhbhum (État de Jharkhand)	Jaduguda	6 615

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 Est dans l'État de Jharkhand (État de Bihar avant sa division). Le minerai est traité à l'usine de traitement de Jaduguda, située à quelque 150 km à l'ouest de Kolkata (anciennement 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 Rakha et de Mosaboni. 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 dans le résumé ci-après des informations complémentaires sur les mines de Jaduguda, Narwapahar et Bhatin, ainsi que sur l'usine de traitement de Jaduguda, de même des informations sur la récupération d'uranium à partir des résidus de traitement du cuivre.

Mine de Jaduguda

Le gisement de Jaduguda comprend deux corps minéralisés. Les filons « mur » [*Foot Wall Lode – FWL*] et celui « toit » [*Hanging Wall Lode – HWL*] sont séparés par une distance d'environ 60 à 100 m. Le filon FWL s'étend sur une longueur d'environ 800 m dans la direction du sud-est/nord-ouest. Le filon HWL a une longueur de 200 à 300 m et se limite à la partie orientale du gisement. La puissance est en moyenne de 3 à 4 m, mais peut atteindre un maximum de 20 à 25 m. Le filon FWL est plus fortement minéralisé et contient, en plus de l'uranium, des minéraux sulfurés de cuivre, de nickel et de molybdène. Les deux filons ont un pendage moyen de 40 à 45° vers le nord-est. Le gisement a été exploré jusqu'à une profondeur de 800 m et est inexploré en dessous de ce niveau. Le minerai se trouve dans des filons renfermés dans des schistes à chlorite et à biotite de la zone de chevauchement de Singhbhum. Les roches encaissantes datent du Protérozoïque.

La mine de Jaduguda a été mise en service en octobre 1967. On a recours à un puits de 5 m de diamètre sur 640 m de profondeur pour accéder au corps minéralisé à fort pendage. Un puits secondaire en cul-de-sac est en cours d'aménagement afin d'avoir accès au minerai se trouvant à des profondeurs comprises entre 555 et 900 m en dessous de la surface. Ce nouveau puits est situé à 580 m au nord du puits principal. Des galeries de niveau de mine doivent être aménagées à des profondeurs de 620, 685, 750, 815 et 880 m. Les postes de concassage et de chargement se trouvent respectivement à des profondeurs de 835 et 865 m.

Dans le puits principal, le minerai est remonté dans une benne de 5 t à partir d'une profondeur de 605 m. Les principaux étages d'abattage sont aménagés à des intervalles de 65 m. Le traçage et l'extraction s'effectuent par des méthodes classiques de forage et de dynamitage à l'aide d'un jumbo de forage. La méthode d'exploitation par gradins montants avec remblayage permet d'obtenir un taux de récupération du minerai de 80 %. Un chargeur-transporteur est utilisé pour amener le minerai dans des godets de chargement à l'aide desquels ce minerai est transféré à un système de roulage à propulsion diesel qui l'achemine au puits d'où il est remonté à la surface. Des résidus débourbés sont utilisés pour le remblayage.

Mine de Narwapahar

La mine de Narwapahar de type classique, située à environ 10 km de Jaduguda, est en exploitation depuis 1995. Le gisement est constitué par de l'uraninite renfermée dans des schistes chloriteux-quartzeux avec de la magnétite associée. Le schiste sous-jacent est de composition similaire, mais contient une plus grande quantité de magnétite. Les corps minéralisés s'étendent sur une longueur maximale de 2 100 m et jusqu'à une profondeur de 600 m. On compte six unités ou filons uranifères. Les corps minéralisés sont de forme lenticulaire, avec un pendage moyen de 30 à 40° vers le nord-est. La puissance des divers corps minéralisés varie entre 2,5 et 20 m.

Inde

L'accès au gisement se fait par un puits vertical de 355 m et une rampe à 7° depuis la surface. Cette rampe sert de moyen d'accès au matériel minier non ferroviaire. Lorsque le corps minéralisé est étroit (moins de 3 m), on a recours à une méthode d'exploitation par chambres et piliers, tandis que dans les zones de puissance supérieure, c'est la méthode des tranches montantes remblayées qui est utilisée. Les résidus de traitement débourbés servent de matériau de remblayage.

Mine de Bhatin

Le gisement de Bhatin est situé à 4 km au nord-ouest du gisement de Jaduguda. Les deux gisements sont séparés par une importante faille. La mine a été mise en exploitation en 1986. Elle permet d'exploiter un corps minéralisé ayant une puissance de 2 à 10 m et un pendage moyen de 30 à 40°. Les caractéristiques géologiques sont analogues à celles du gisement de Jaduguda. La roche encaissante est un schiste chloriteux à biotite. Ce petit gisement est exploité à l'aide de galeries à flanc de coteau et de puits inclinés, la méthode d'extraction employée étant celle des tranches montantes remblayées. Des camions sont utilisés pour acheminer le minerai à l'usine de traitement de Jaduguda.

Uranium récupéré à partir de résidus de traitement du cuivre

Les trois installations de récupération de Rakha, Surdad et Mosaboni permettent également d'obtenir de l'uranium à partir des résidus des installations de concentration de cuivre. Elles sont entrées en service au cours des années 70 et 80. À la suite de l'extraction du cuivre, les résidus ayant une teneur moyenne d'environ 0,01 % d' U_3O_8 sont expédiés aux installations de la société UCIL en vue de la récupération de l'uranium. Un concentré minéral uranifère lourd est obtenu en faisant passer les résidus sur des tables à secousses. Les concentrés sont transportés par camions à l'usine de Jaduguda pour traitement complémentaire. La production conjointe de ces trois installations est d'environ 150 t de concentrés par jour.

Usine de traitement de Jaduguda

Le minerai d'uranium extrait des mines de Jaduguda, Bhatin et Narwapahar, de même que les concentrés minéraux d'uranium acheminés à partir des installations de récupération d'uranium, sont traités dans l'usine située à Jaduguda, dans l'est de l'Inde. Cette installation a été mise en service en 1967.

Après concassage et broyage à une granulométrie passant à 60 % par un tamis de 200, le minerai est lixivié à l'acide sulfurique dans des pachucas à une température d'environ 37°C. Après passage de la pulpe au tambour filtrant, une résine échangeuse d'ions est utilisée pour récupérer l'uranium. Après élution, le produit est précipité à l'aide de magnésie de manière à obtenir un diuranate de magnésium renfermant 70 % d' U_3O_8 . Le taux de récupération en cours de traitement est d'environ 80 %.

Un système de traitement de l'eau et de récupération de l'eau provenant des résidus, mis en œuvre en mars 1990, a permis de réduire les besoins en eau fraîche et d'améliorer la pureté de l'effluent final.

L'UCIL exploite aussi à Jaduguda une installation permettant de récupérer la magnétite comme sous-produit.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre N°1	Centre N°2	Centre N°3	Centre N°4	Centre N°5
Nom du centre de production	Jaduguda	Bhatin	Narwapahar	Turamdih (Est)	Domiasiat
Catégorie de centre de production	existant	existant	existant	prévu	prévu
Stade d'exploitation	en service	en service	en service	aménagement	prévu
Date de mise en service	1968	1986	1995	2002-03	2008
Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement	Jaduguda filonien	Bhatin filonien	Narwapahar filonien	Turamdih filonien	Domiasiat grès
Exploitation minière • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST 850 80	ST 250 75	ST 1 000 80	ST 550 75	CO 1 500 90
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	Jaduguda EI/LA 2 100 87	Jaduguda	Jaduguda	Jaduguda	Domiasiat ES/LA 1 370
Capacité nominale de production (t d'U/a)	175			40	160-200
Projets d'expansion	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Autres remarques	minerai traité en totalité à Jaduguda	minerai traité à Jaduguda	minerai traité à Jaduguda	minerai traité à Jaduguda	

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Le secteur de l'uranium est entièrement contrôlé par le Ministère de l'énergie atomique, autrement dit le Gouvernement de l'Inde.

La Direction de la prospection et de la recherche des minéraux atomiques relevant du Ministère de l'énergie atomique est en charge des programmes de prospection de l'uranium. Après la découverte et la délimitation des gisements, des travaux d'analyse sont menés afin de confirmer l'existence d'un corps minéralisé exploitable. Ce stade de l'évaluation peut comporter des travaux miniers de reconnaissance.

Dès que l'existence d'un gisement représentant un tonnage et une teneur suffisants est prouvée, il est confié à l'UCIL pour exploitation minière commerciale et production de concentrés d'uranium. L'UCIL, établie le 16 octobre 1967 en tant qu'entreprise du secteur public, a son siège social à Jaduguda, dans le district de Singhbhum-Est (État de Jharkhand).

Inde

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 en souterrain le gisement d'uranium de Turamdih dans la partie orientale du district de Singhbhum (État de Jharkhand).

On projette également d'exploiter à ciel ouvert un autre gisement d'uranium situé à Domiasiat, dans le district des collines du Khasi occidental (État de Meghalaya), dans le nord-est de l'Inde. Il est projeté d'aménager des mines supplémentaires à deux autres endroits.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Les mines d'uranium et les installations de traitement connexes qu'exploite actuellement l'UCIL ne posent aucun problème lié à la protection de l'environnement. Toutefois, les dispositions voulues sont prises pour gérer les incidences sur l'environnement. La Division de la radioprotection du Centre de recherches atomiques Bhabha, situé à Mumbai, met en œuvre un programme d'hygiène de l'environnement comportant une surveillance des rayonnements, du radon et des poussières dans les installations de production d'uranium par l'intermédiaire de son Laboratoire d'étude de l'environnement, à Jaduguda.

BESOINS EN URANIUM

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

En Inde, la prospection de l'uranium est menée par la Direction de la prospection et de la recherche 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. L'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.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 503	2 503	2 503	7 209	7 209	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. Non disponible.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
397	397	397	1 000	1 000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. Non disponible.

L'Inde ne fait état d'aucune information sur la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium ou le prix de l'uranium.

• Indonésie •

PROSPECTION D'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 nucléaire [*Badan Tenaga Nuklir 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 fluviatiles 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). En 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 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.

Indonésie

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 de surface 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 traversée se présentait sous forme de multiples zones lenticulaires horizontales à verticales.

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 respectivement de 3 000 km² et 3 050 km².

Activités récentes et en cours

En 1998-1999, des activités de prospection ont été entreprises à la fois dans les secteurs de Tanah Merah et de Mentawa, situés dans la région de Kalan, ainsi que dans la zone avoisinante de Kalimantan. Ces activités ont consisté à établir une cartographie géologique et radiométrique systématique et à effectuer des mesures du radon afin de délimiter les zones minéralisées.

En 2000, les travaux de prospection se sont limités à des forages dans le secteur de la vallée supérieure du Rirang et dans la région de Kalan. Prévus depuis 1998, ces travaux se poursuivront en 2001.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur public : (millions d'IDR)	1 334,43	1 693,16	498,84	747,20
(millions d'USD)	0,114	0,217	0,061	0,082
Sondages superficiels réalisés par le secteur public (m)	0	0	453	300
Nombre de trous de sondages forés par le secteur public	0	0	10	6

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

En janvier 2001, les RRA récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg s'élevaient au total à 6 797 t d'U, dont 468 t d'U étaient récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U. L'augmentation de 524 t d'U des RRA par rapport au chiffre donné dans l'édition de 1999 du Livre rouge et l'introduction de ressources récupérables des coûts inférieurs à 80 USD/kg sont le résultat d'une réévaluation des données et d'une modélisation informatique.

Les RSE-I sont demeurées pratiquement inchangées par rapport à la dernière édition du Livre rouge, s'établissant à 1 699 t d'U. Les coûts de récupération de ces RSE-I sont, selon les projections, inférieurs à 130 USD/kg d'U.

Ressources raisonnablement assurées (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	468	6 797

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I (t d'U)

Tranches de coût		
< 40 USD/kg d'U	< 80 USD/kg d'U	< 130 USD/kg d'U
0	0	1 699

* S'agissant de ressources *in situ*.

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. Le secteur de Mentawa, situé à quelque 50 km au sud-ouest de Kalan, présente le même caractère hautement favorable que celui 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 4 090 t d'U et leur coût de récupération n'a pas été évalué.

Ressources spéculatives (t d'U)

Tranches de coût	Total
Non spécifiée	
4 090	4 090

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

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.

L'Indonésie ne fait état d'aucune information sur la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium ou le prix de l'uranium.

• République islamique d'Iran •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

En Iran, la prospection de l'uranium a été entreprise dans le but 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.

Ces travaux ont été suivis par des activités de reconnaissance au sol et des levés terrestres détaillés. Des travaux de prospection régionale détaillée ont été entrepris dans les régions les plus prometteuses 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 aéroports a permis de repérer 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.

Le traitement et l'interprétation des données de télédétection, et l'intégration de ces informations aux données géophysiques et géologiques, ont permis de découvrir une vaste zone uranifère dans la partie centrale de l'Iran, qui renferme plusieurs anomalies géophysiques et indices d'uranium. L'évaluation de la teneur en uranium et en éléments associés, en terres rares et en thorium à l'intérieur de cette zone métallogénique qui pourrait abriter des gisements métasomatiques et hydrothermaux, constituera l'axe principal des futurs programmes de prospection. De récents travaux de prospection ont aussi amené à délimiter les bassins sédimentaires dans le centre et le nord-ouest du pays susceptibles de renfermer des gisements dans des grès (formés par infiltration) ; il s'agit notamment :

- De l'évaluation des ressources en uranium dans la zone métallogénique de Bafq-Posht-e-Badam qui renferme les gîtes découverts à Saghand, Narigan, Zarigan et Sechahun. Parmi les cibles de prospection dans cette zone figurent les gisements filoniens métasomatiques et hydrothermaux associés à des complexes magmatiques et métasomatiques datant du Précambrien supérieur.
- De l'évaluation du potentiel des bassins intermontagneux du centre de l'Iran qui sont susceptibles de renfermer des gisements dans des grès (formés par infiltration).
- De l'évaluation des ressources en uranium des gisements hydrothermaux polymétalliques découverts dans la province de l'Azerbaïdjan, ainsi que des bassins alpins tardifs qui se trouvent dans la même région.
- De la recherche de l'uranium dans les bassins houillers situés dans la partie centrale et nord-ouest de l'Iran.
- De travaux de prospection dans le bassin du Grand Kavir et son bassin hydrographique.

Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur public (millions d'USD)	0,875	1,0	1,7	4,5
Sondages superficiels réalisés par le secteur public (m)	0	1 633	2 394	5 000
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	0	8	19	n.d.

RESSOURCES EN URANIUM

D'après le contexte géologique et les types de roches encaissantes, c'est la province centrale qui est la plus propice à la présence de gisements d'uranium ; il existe dans cette zone des séries de roches métallogéniques du socle précambrien tardif et du Panafricain.

Le gisement métallifère de Saghand et quelques autres zones d'intérêt uranifères et uranifères/thorifères (Narigan, Sechahun, Zarigan, Khoshumi) sont tous situés dans cette région. On distingue trois types de minéralisations radioactives :

- le type métasomatique à albitite-amphibole comprenant une minéralisation d'uranium, de thorium et de terres rares ;

Iran

- 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 des calcrètes, renferment les ressources connues et non découvertes.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

On estime que les gîtes de Saghand 1 et Saghand 2 représentent des ressources connues s'élevant au total à 1 367 t d'U. Sur ce total, 491 t d'U sont classées dans la catégorie des RRA et 876 t d'U dans celle des RSE-I, chiffres qui demeurent inchangés par rapport à ceux figurant l'édition de 1999 du Livre rouge. Les deux catégories de ressources sont récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U.

Ressources raisonnablement assurées* (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	491

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I* (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	876

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Au 1^{er} janvier 2001, on estimait à 12 000 t d'U l'ensemble des ressources entrant dans les catégories des RSE-II et des RS. Leur répartition par catégories et tranches de coût est indiquée dans le tableau suivant. On considère que les gisements et les zones d'intérêt suivants renferment des ressources non découvertes :

- le gisement métallifère de Saghand, représentant 2 700 t d'U dans la catégorie des RSE-II et 4 800 t d'U dans celle des SR associées à du thorium, des terres rares, du titane et du molybdène ;
- la zone d'intérêt de Narigan, représentant 800 t d'U dans la catégorie des RSE-II renfermées dans une minéralisation hydrothermale d'uranium-molybdène-cobalt de type filonien ;
- la zone d'intérêt de Dechan, représentant 1 200 t d'U dans la catégorie des RS, dans laquelle l'uranium est associé à une formation cuprifère dans de la syénite alcaline ;
- la zone d'intérêt de Zarigan, représentant 2 500 t d'U dans la catégorie des RS, renfermées dans des gisements hydrothermaux métasomatiques associés à de l'uranium, du thorium, du titane et des terres rares.

Ressources non découvertes
(t d'U)

RSE-II		Ressources spéculatives	
Tranches de coût		Tranches de coût	
<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U	Non spécifiée
0	3 500	3 500	5 000

L'Iran ne fait état d'aucune information sur les besoins en uranium, la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• 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. 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 réorganisée et remplacée par l'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 [*Japan Atomic Energy Commission – JAEC*] en février 1998, les activités de prospection de l'uranium de la PNC ont cessé en 2000 ; les intérêts et les techniques en matière d'exploitation minière, dont le JNC a hérité, seront transférés au secteur privé.

Japon

Activités récentes et en cours

La société *Japan-Canada Uranium Co. Ltd.*, qui a repris les intérêts de la JNC en matière d'exploitation minière au Canada, poursuit des activités de prospection dans ce pays.

Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium à l'étranger (millions de JPY)

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur privé	0	0	non indiquées	non indiquées
Dépenses du secteur public	314	169	0	0
DÉPENSES TOTALES	314	169	n.d.	n.d.
DÉPENSES TOTALES (millions d'USD)	2,28	1,39	n.d.	n.d.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues

Il est fait état d'environ 6 600 t d'U entrant dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U.

Ressources raisonnablement assurées* (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	6 600

* Les estimations tiennent compte de pertes en cours d'extraction (10 %) et de traitement (5 %).

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Une usine pilote d'une capacité de 50 t 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.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Installation de traitement	45	0	0	0	45	0
Lixiviation en place*	39	0	0	0	39	0
Total	84	0	0	0	84	0

* Également appelée lixiviation en gradins.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

BESOINS EN URANIUM

Au 1^{er} janvier 2001, le Japon, comptait 52 réacteurs nucléaires de puissance en exploitation, représentant une puissance installée totale de 45 082 MWe bruts et fournissant environ un tiers de l'électricité produite dans le pays. Cinq réacteurs supplémentaires étaient en construction et quatre autres en projet.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
45 082	45 082	49 580	61 850	61 850	61 850	61 850	61 850	61 850

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
7 500	11 100	9 100	11 900	11 900	11 600	11 600	11 600*	11 600*

* Estimation du Secrétariat.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Comme le Japon possède des ressources nationales peu abondantes en uranium, 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.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE 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 d'activités relatives à l'exploitation de l'uranium au Japon.

PRIX DE L'URANIUM

Les prix de l'uranium à l'importation sont fixés par voie contractuelle entre les sociétés privées. Il n'y a pas d'information gouvernementale disponible à ce sujet.

• Jordanie •

PROSPECTION D'URANIUM

Historique

En 1980, un levé spectrométrique aéroporté a été réalisé sur 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 à 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 comprenant 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 complexe du socle et des grès datant du Précambrien.

Une étude et une évaluation systématiques de la teneur en uranium des gisements de phosphate jordaniens ont été menées pour déterminer les incidences de l'uranium sur l'environnement. Cette étude a été parachevée en septembre 1997.

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 [*Natural Resources Authority – 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 du pays. En Jordanie centrale, les indices sont étroitement liés à du marbre multicolore et occupent une superficie d'environ 350 km².
- L'uranium se présente sous forme de minuscules grains minéraux disséminés dans des sédiments calcaires fins datant du Pléistocène et sous forme de pellicules jaunâtres de carnotite et d'autres minéraux uranifères recouvrant les fissures de la craie ou de la marne fragmentée datant du Maastrichtien-Paléocène. Dans le sud et le sud-est du pays, l'uranium apparaît uniquement sous la forme de taches jaunâtres associées à de la craie ou de la marne.
- La dolomite est le principal composant des roches uranifères, tandis que les teneurs en calcite et en argile sont faibles.
- D'après les résultats des essais préliminaires de lixiviation par voie alcaline, la lixivabilité dépasse 90 %.
- Les résultats des prélèvements d'échantillons dans les chenaux des 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.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources non classiques ou sous forme de sous-produits

Les ressources en uranium de la Jordanie, qui s'élèvent à environ 70 000 t d'U au total, sont associées à des gisements de phosphates et entrent donc dans la catégorie des sous-produits. La teneur moyenne en uranium des gisements d'Eshidia, qui constituent la majeure partie des ressources en phosphates, se situe entre 25 et 50 ppm, tandis que celle des gisements plus modestes d'Al-Hassa et Al-Abiad est de l'ordre de 60 à 80 ppm.

PRODUCTION D'URANIUM

La Jordanie ne produit pas d'uranium à l'heure actuelle. 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 économiquement viable, mais les prix de l'uranium ayant chuté, le procédé a cessé d'être rentable et la construction de l'installation d'extraction a été différée.

Les études de faisabilité ont repris en 1989 à l'aide d'une micro-installation pilote. Ces essais, qui ont pris fin en 1991, ont servi de base à l'élaboration d'un projet de document relatif à une installation pilote d'extraction d'uranium à partir de l'acide phosphorique.

La Jordanie n'a aucun besoin en uranium et ne fait état d'aucune information sur la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• Kazakhstan •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET DÉVELOPPEMENT DES MINES

Historique

La prospection de l'uranium au Kazakhstan a débuté en 1948, époque à laquelle cette république désormais indépendante, faisait partie de l'URSS. Les activités menées par la suite peuvent se subdiviser en plusieurs phases distinctes, en fonction des zones visées et des méthodes de prospection utilisées.

Au cours de la première phase, qui a duré jusqu'à la fin de 1957, les parties du territoire de la République, qui ne sont pas recouvertes par des sédiments récents non consolidés, ont fait l'objet de levés radiométriques régionaux aéroportés et terrestres. Les recherches exécutées au cours de cette période ont permis de découvrir plusieurs gisements d'uranium dans ce qui allait devenir plus tard les districts uranifères de Pribalkhach (gisements de type filons ou stockwerk renfermés dans des roches volcaniques), Koktchetaou (gisements de type filons ou stockwerk renfermés dans des formations sédimentaires plissées) et de Priscaspian (matériaux détritiques d'arêtes de poisson phosphatisés). Ces districts se trouvent respectivement à proximité du lac Balkhach (dans le sud-est du pays), au Kazakhstan septentrional et à proximité de la mer Caspienne.

Après 1957, les modèles conceptuels élaborés au cours de l'évaluation régionale des bassins sédimentaires ont conduit à la découverte de gisements uranifères du type lié à des grès et associés à des interfaces d'oxydoréduction dans le bassin du Tchou-Sarysou, situé dans la partie centrale du Kazakhstan.

En outre, une minéralisation uranifère a été découverte dans le gisement de Koldjat situé dans le bassin de l'Ili, dans le Kazakhstan oriental. Cette minéralisation, dont la teneur en uranium atteint 0,1 % et qui est associée à du charbon, n'a pas retenu l'attention pour des raisons économiques.

En 1970 et 1971, des essais d'extraction par lixiviation *in situ* (LIS) ont été menés avec succès dans le gisement d'Ouvas, situé dans le bassin du Tchou-Sarysou. Depuis lors, les travaux de prospection ont été axés sur les bassins sédimentaires datant du Mésozoïque et du Cénozoïque, susceptibles de renfermer des gisements exploitables par LIS. À l'heure actuelle, les sociétés minières Stepnoe et Centrale exploitent des mines par LIS dans le district du Tchou-Sarysou, tandis que la Société minière N°6 poursuit des activités d'exploitation par LIS dans le district du Syr-Darya.

Les travaux de prospection menés au cours des 30 dernières années ont surtout permis de découvrir de grands gisements d'uranium liés aux sédiments datant du Crétacé et du Paléocène des bassins du Tchou-Sarysou ainsi que du Syr-Darya, augmentant notablement la base de ressources du Kazakhstan. Du fait de la découverte et de la mise en valeur de ressources exploitables par LIS, le Kazakhstan se trouve placé dans une position très favorable pour soutenir avantageusement la concurrence des autres producteurs d'uranium à faible coût sur le marché mondial. En raison de cette base de ressources très importante, les activités de prospection de reconnaissance ont été suspendues.

RESSOURCES EN URANIUM

Les ressources en uranium du Kazakhstan sont renfermées dans des gisements de plusieurs types dont les deux principaux sont les gisements filoniens ou renfermés dans des stockwerks, d'une part, et les gisements liés à des grès, d'autre part. 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 de type « roll-front ». Selon la terminologie utilisée par les géologues kazakhs, ces gisements épigénétiques dans des grès 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'oxydoréduction formant des gisements lenticulaires ou de type « roll-front » 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 entrent

Kazakhstan

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 Moinkoum dans la partie méridionale.

Le district du Syr-Daria renferme des gisements de type « roll-front » dans des sédiments datant du Crétacé, notamment les gîtes d'Irkol, de Karamouroun-Nord (Severny Karamouroun), de Karamouroun-Sud (Youjny Karamouroun) et de Zaretchnoe.

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 (RRA et RSE-I)

Les ressources connues en uranium du Kazakhstan récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U s'élevaient à 854 130 t d'U au 1^{er} janvier 2001. Les quantités notifiées se rapportent à des ressources *in situ*. Comparé à l'estimation du 1^{er} janvier 1999, ce chiffre représente une diminution de 3 830 t d'U qui reflètent l'épuisement progressif des gisements par suite des activités d'extraction et de traitement. Cette réduction de 3 830 t d'U est supérieure au tonnage global extrait pendant la même période, soit 3 430 t. La différence correspond aux pertes en cours d'extraction et de traitement. La part des ressources connues, qui peut être récupérée à des coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U, s'élève à 430 430 t d'U, soit environ la moitié du total. Les données relatives aux RSE-I demeurent inchangées par rapport aux estimations de 1999 dans toutes les tranches de coût.

Environ 50 % des ressources connues du Kazakhstan récupérables à des coûts inférieurs à 40 USD/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 USD/kg d'U.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
317 230	432 790	594 830

* S'agissant de ressources *in situ*, déduction faite des ressources exploitées.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
113 200	195 900	259 300

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

En l'absence de toute activité de prospection au Kazakhstan en 1999-2000, les RSE-II et les RS récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U sont demeurées inchangées. Dans les deux cas, les estimations se rapportent à des ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
n.d.	290 000	310 000

Ressources spéculatives
(t d'U)

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

PRODUCTION D'URANIUM**Historique**

En 1999 et 2000, la production totale d'uranium s'est élevée respectivement à 1 560 et 1 870 t d'U. D'après les prévisions pour 2001, on s'attend à une forte augmentation de la production qui devrait atteindre 2 250 t d'U.

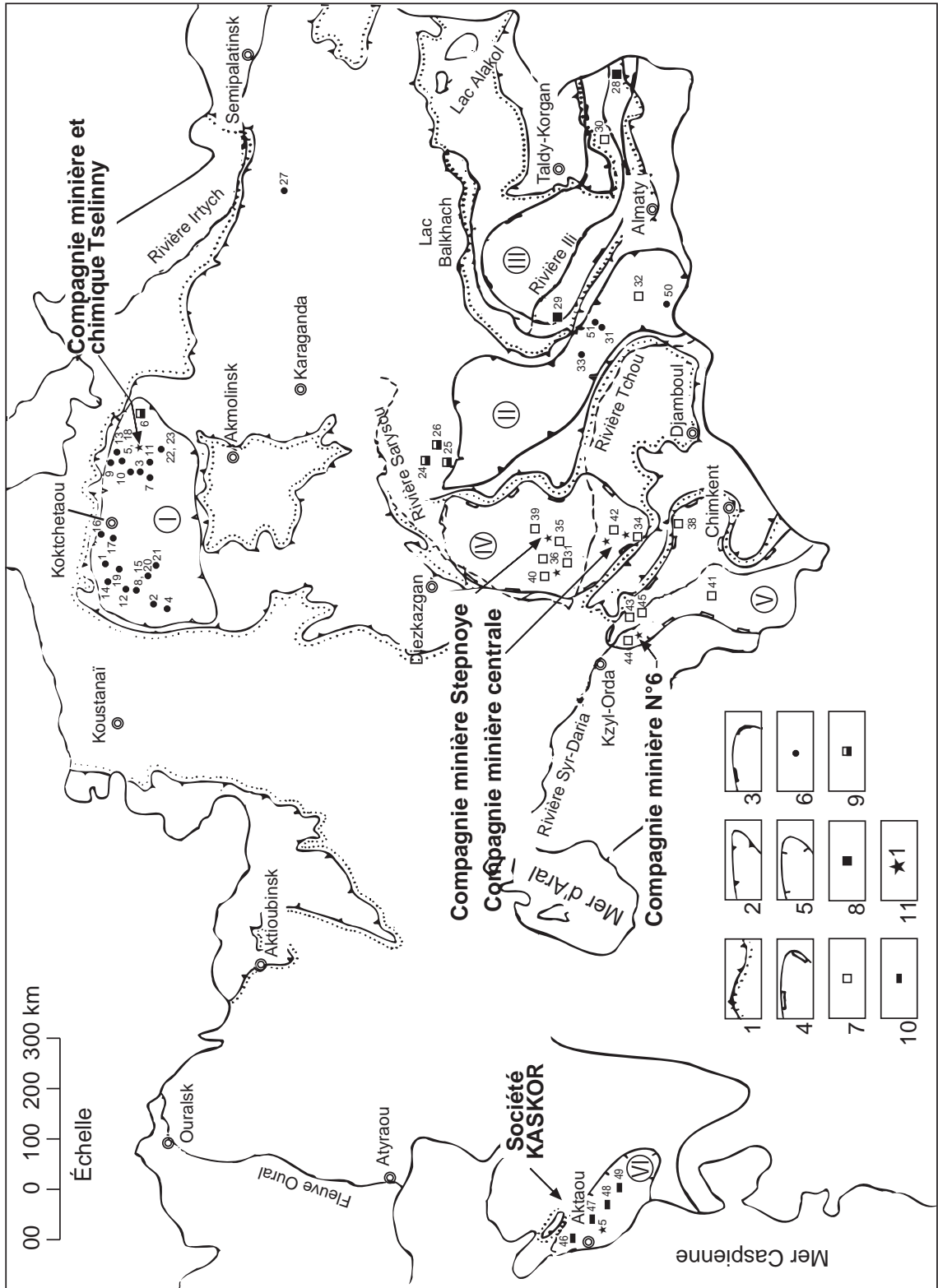
Évolution de la production d'uranium

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Mines à ciel ouvert	21 618	0	0	0	21 618	0
Mines souterraines	38 473	190	190	100	38 953	250
Lixiviation <i>in situ</i>	23 581	1 080	1 370	1 770	27 801	2 000
Total	83 672	1 270	1 560	1 870	88 372	2 250

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. En 1999, elle a été vendue et la Société anonyme ne faisant pas appel aux fonds publics « *KazSubton* », entièrement contrôlée par des intérêts étrangers, a été constituée sur la base d'une mine et de l'usine de traitement de Stepnogorsk. La nouvelle société projette de produire en 2001 et en 2002 respectivement 250 et 215 t 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 : Koktchetaou, 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 détritius 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 détritius 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*
2. Chokpak
3. Zaozérnoe
4. Karnychevoe*
5. Chatskoe
6. Semizbai*
7. Tastykol
8. Akkan-Bourlouk
9. Gloubinnoe
10. Koksorskoe
11. Vostotchno-Tastykoliskoe
12. Victorovskoe
13. Agachskoe
14. Fevral'skoe
15. Bourloukskoe
16. Slavianskoe
17. Tchaglinskoe
18. Chatskoe-I
19. Kosatchinnoe
20. Vostok*
21. Zvézdnoe
22. Manybaïskoe*
23. Youjino-Manybaïskoe
24. Chorly
25. Talas
26. Granitnoe
27. Oulken-Akjal
28. Koldijat*
29. Nijine-Ilyyskoe*
30. Souloutchokinskoe
31. Djousandalinskoe
32. Kopalysaïskoe
33. Kyzyltas
34. Kandjougan*
35. Ouvanas*
36. Mynkoudouk*
37. Cholak-Espe
38. Kyzylkol
39. Jaïpak
40. Inkai* (prévu)
41. Zaretchnoe
42. Moïnkoum* (prévu)
43. Karamouroun-sud
44. Irkol*
45. Karamouroun-nord*
46. Melovoe*
47. Tomak
48. Taïbogor
49. Tasmouroun
50. Kourdaï
51. Botabouroum

* Mines en exploitation ou fermées.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1^{er} janvier 2001)
Partie 1 : Centres existants et en service

Nom du centre de production	Compagnie minière centrale	Compagnie minière de Stepnoe	Compagnie minière N°6	Katko	Inkaï	Société par actions KazSubton
Catégorie de centre de production	existant	existant	existant	commandé	commandé	existant
Stade d'exploitation	en service	en service	en service	en cours d'aménagement	en cours d'aménagement	en service depuis 1998
Date de mise en service	1982	1978	1985	2001	2001	1958
Source de minerai :						
• Nom du gisement :	Moïnkoum Kandjougan section 1	Ouvanas, Mynkoudouk Est	Karamourou Nord et Sud	Moïnkoum section 2-3	Inkaï section 1-2	Gratchev, Vostok
• Type de gisement	grès	grès	grès	grès	grès	stockwerk et filon
• Réserves (ressources exploitées)	36 600	34 000	37 000	57 400	42 800	4 600
• Teneur (% en U)	0,063	0,042	0,086	0,064	0,063	0,133
Exploitation minière :						
• Type (ST/CO/LIS)	LIS	LIS	LIS	LIS	LIS	ST
• Tonnage (t de minerai/j)	n.d.	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.	n.d.
Installation de traitement :						
• Type (EI/ES/LA)	EI	EI	EI	EI	EI	EI
• Tonnage (t de minerai/j) pour la LIS (kilolitre/j ou litre/h)	n.d.	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.	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	1 000	1 000	600	700	700	2 500
Projets d'agrandissement	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	

Pour remplacer la production classique d'uranium, on a procédé 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 nominale de production de 700 t d'U/an. La première, Katko, est développée par une co-entreprise regroupant Kazatomprom, société d'État du Kazakhstan pour l'énergie atomique, et Cogéma. La seconde, située à Inkaï, est développée 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, Stepnoe, N°6, Katko et Inkaï), dont la capacité globale de production atteint 4 000 t d'U/an et le centre de production de la société KazSubton (ayant une capacité de production de 2 500 t d'U). 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 relatives aux centres de production mis en réserve figurent dans la seconde partie.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1^{er} janvier 2001)
Partie 2 : Centres en réserve

Nom du centre de production	Société par actions Kaskor
Catégorie de centre de production	existant
Stade d'exploitation	en réserve depuis 1993
Date de mise en service	1959
Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement • Réserves (ressources actives) • Teneur (% en U)	Tomak, Melovoe détritrus d'arêtes
Exploitation minière : • Type • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO n.d. n.d.
Installation de traitement : • Type • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	EI n.d. n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	2 000

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Les compagnies minières Centrale, Stepnoe 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 Cameco et Cogéma comme partenaires. La société KazSubton, qui possède désormais l'usine de Stepnogorsk et les mines connexes, appartient à 100 % à des intérêts étrangers.

Emploi dans le secteur de l'industrie

On trouvera, récapitulée dans le tableau suivant, l'évolution des effectifs des centres de production existants entre 1998 et 2001. De 1992 à 2000, l'emploi n'a pas cessé de diminuer, passant de 11 800 personnes en 1992 à 4 100 en 2000, soit une baisse de 65 %. Cette diminution est en grande partie imputable à la fermeture et à la vente de la compagnie minière et chimique Tselinny.

Effectifs des centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
4 800	4 600	4 100	4 000

Centres de production futurs

Dans un proche avenir, la majeure partie de la production d'uranium au Kazakhstan sera assurée par LIS. En plus des cinq centres de production par LIS existants ou commandés, deux centres 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 des projections relatives à la capacité théorique jusqu'en 2005. Le programme de production pour 2010 et les années ultérieures n'a pas encore été établi.

Capacité théorique de production à court terme (t d'U/an)

2001				2002				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
2 250	2 250	2 250	2 250	2 500	2 500	2 500	2 500	3 200	3 300	3 200	3 300

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.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

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 technique 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 dans 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 235 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 minerai 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 aux techniques de LIS pour produire de l'uranium réduira les résidus radioactifs de traitement correspondants. Il s'accompagne toutefois 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 du 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

Le gouvernement du Kazakhstan a ordonné la fermeture du 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. Le programme national provisoire visant à mettre en valeur l'énergie nucléaire au Kazakhstan 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, ce qui veut dire que le Kazakhstan n'aura pas de besoins en uranium pour plusieurs années à venir. On ne dispose donc d'aucune information sur les besoins futurs en uranium.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
0	0	0	0	0	0*	600*	0*	600*

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
0	0	0	0	0	0*	102*	0*	102*

* Estimation du Secrétariat.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

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.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'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. Il n'est fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

● Kirghizistan* ●

PROSPECTION DE L'URANIUM ET DÉVELOPPEMENT DES MINES

Historique

Au Kirghizistan, une minéralisation uranifère a d'abord été découverte au 19ème siècle dans la vallée de Fergana, située au nord-ouest du pays. Après la Seconde guerre mondiale, l'URSS a retenu cette zone pour y mener d'intenses travaux de prospection de l'uranium.

Le gisement de Maïli-Sou a été découvert dans la vallée de Fergana en 1943. Des travaux approfondis de prospection ont abouti à la découverte des gisements de Maïli-Saï et de Chakaptar

* Les informations figurant dans le présent rapport sont fondées sur les estimations et les données du Secrétariat.

en 1946. Tous ces gisements sont renfermés dans des calcaires bitumineux datant du Paléogène. Les ressources qu'ils représentaient ne dépassaient pas au total 1 000 t d'U et leur teneur en uranium était inférieure à 0,01 % d'U. À la fin des années 40, la plupart des ressources connues de l'URSS, qui s'élevaient au total à environ 700 t d'U, étaient situées dans la vallée de Fergana en Ouzbékistan, au Tadjikistan et au Kirghizistan.

Au cours des années 40, trois petits gisements de charbon uranifère ont aussi été découverts dans le bassin de Min-Kouch (région de Tien Chan, dans la partie centrale du Kirghizistan) : Toura-Kavak, Touyouk-Sou et Kachka-Sou. Un quatrième gisement de charbon uranifère, celui de Djilskoe, a été découvert près de la rive sud du lac Issyk-Koul.

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

Le Kirghizistan ne fait état d'aucune activité de prospection ou de mise en valeur de l'uranium sur son territoire.

RESSOURCES EN URANIUM

À l'heure actuelle, il n'existe pas de ressources en uranium exploitables au Kirghizistan.

PRODUCTION D'URANIUM

Du minerai d'uranium a été extrait dans trois régions du Kirghizistan : Maïli-Sou, Toura-Kavak (dénommé aussi Min-Kouch) et Djilskoe (dénommé aussi Kadjou-Saï). Le minerai a été traité dans les installations hydrométallurgiques locales de chacune de ces régions.

La mine de Maïli-Sou a été exploitée de 1946 à 1968. Six puits souterrains donnaient accès au minerai qui était traité dans deux installations locales. Le complexe d'exploitation minière et de traitement du minerai de Maïli-Sou comportait 23 bassins de retenue des résidus, qui couvrent une superficie de 10 km² et ont d'une capacité de 1,96 million de m³. En outre, il existe 13 tas de stériles provenant de l'exploitation de la mine de Maïli-Sou, représentant un volume total de 1 million de m³.

Une installation de production spéciale a été construite en 1948 pour traiter les charbons uranifères du gisement de Djilskoe. Ces charbons étaient d'abord brûlés dans une centrale électrique voisine. Un procédé hydrométallurgique était ensuite appliqué afin de récupérer l'uranium des cendres ainsi produites. La mine et l'installation de traitement de Djilskoe ont été fermées en 1956 en raison des coûts de production trop élevés. Un procédé similaire a été employé pour traiter les charbons uranifères à Toura-Kavak. Les bassins de retenue des résidus issus de ces deux exploitations renferment environ 1,4 million de m³ de déchets, à savoir 1 million de m³ à Toura-Kavak et 0,4 million à Djilskoe.

Le minerai en vrac, les concentrés de minerai et les produits de lixiviation issus de la production d'uranium au Kirghizistan étaient expédiés pour traitement final à l'installation de traitement du Groupe chimique d'exploitation minière de Leninabad (ex-Complexe 6) au Tadjikistan, qui a été construite en 1946.

Le traitement de l'uranium a débuté en 1955 au Kirghizistan avec la construction de l'usine de Kara Balta, située à une centaine de kilomètres à l'ouest de la capitale, Bichkek. Cette usine, d'une capacité annuelle de traitement de 1,5 million de tonnes de minerai (soit environ 2 500 t d'U) a d'abord été exploitée par le Combinat minier et métallurgique Youjpolymetal auquel a succédé le Combinat de traitement du minerai de Kara Balta, lui-même remplacé ultérieurement par le Combinat kirghize d'affinage du minerai, qui en est l'exploitant actuel.

L'usine de traitement de Kara Balta a traité du minerai provenant du Kirghizistan, du Kazakhstan et de Russie. Les opérations classiques de traitement ont cessé en 1989 lorsque l'exploitation minière a été abandonnée dans le sud-est du Kazakhstan. Depuis 1994, l'installation traite des concentrés d'uranium résultant des activités d'exploitation par LIS menées au Kazakhstan méridional. Ces concentrés ont une teneur en uranium comprise entre 40 et 45 % et donnent environ 400 t d'U/an dans l'hypothèse d'une capacité annuelle de traitement de 1 100 t de boues de concentrés. Une partie du circuit de traitement de l'usine de Kara Balta a été réaménagée pour traiter d'autres produits, notamment du minerai aurifère, mais le traitement du minerai classique d'uranium pourrait reprendre.

• Lituanie •

PROSPECTION, RESSOURCES ET PRODUCTION D'URANIUM

Les programmes passés de prospection n'ont pas permis de découvrir des gisements uranifères en Lituanie. Ce pays ne possède pas de ressources en uranium et ne mène actuellement aucune activité de prospection de l'uranium.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait mention d'aucune information.

BESOINS EN URANIUM

Le 5 octobre 1999, le Parlement lituanien (Seimas) a adopté le projet de Stratégie nationale en matière d'énergie déposé par le gouvernement. D'après ce document, la tranche N°1 de la centrale nucléaire d'Ignalina doit être fermée d'ici à 2005. Conformément à la Loi sur le déclassement de la tranche N°1 de la centrale nucléaire d'Ignalina (entreprise d'État) que le Seimas a adopté le 2 mai 2000, toutes les activités en vue de préparer le déclassement de ce réacteur devraient être achevées avant le 1^{er} janvier 2005. La date de la fermeture définitive sera fixée par le Gouvernement. En 2004, la décision visant l'avenir de la tranche N°2 sera prise. Les besoins prévus en uranium sont indiqués dans le tableau suivant.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 760	2 760	1 380	1 380	1 380	0	1 380	0*	1 380*

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
240	240	240	240	240	0	240	0*	240*

* Estimation du Secrétariat.

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 nucléaire d'Ignalina. Il n'est fait mention d'aucune information sur le prix de l'uranium.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

STOCKS D'URANIUM

Il n'existe aucun stock d'uranium naturel en Lituanie. La centrale nucléaire d'Ignalina conserve, d'une façon générale, un stock d'uranium enrichi représentant six mois de fonctionnement.

• **Malaisie** •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de l'uranium en Malaisie remonte à la fin des années 1950 et a surtout fait appel à des travaux de cartographie de reconnaissance, ainsi qu'à des levés géochimiques, par magnétométrie aéroportée et par scintillométrie. Ces premiers travaux ont été suivis par levés plus approfondis portant sur les propriétés géochimiques des sédiments des cours d'eau et par des levés spectrométriques hélicoptés dans les régions de Sarawak et de Sabah. Depuis 1984, aucune activité de prospection de l'uranium n'a été menée à Sarawak ou à Sabah, car on estime que ces régions présentent de faibles possibilités de renfermer des gisements uranifères. Des travaux limités de prospection se sont poursuivis, en revanche, dans la Péninsule de Malaisie.

Malaisie

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 et 1996, des levés radiométriques aéroportés ont été effectués dans des parties des États de Pahang et de Kelantan à l'aide d'un système de spectromètres GR650 fournis 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. En 1997 et 1998, des levés radiométriques autoportés ont été effectués dans les États de Selangor, Pahang et Negeri Sembilan.

En 1999 et 2000, des travaux de prospection de l'uranium ont été menés dans le cadre d'un levé géochimique régional portant sur plusieurs éléments, qui a été lancé en application du Septième Programme de développement de la Malaisie (RMK7). Parmi les régions couvertes figuraient le sud du Pahang, le nord du Johor et le Negeri Sembilan/Melaka.

Dépenses de prospection de l'uranium

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur public				
(milliers de MYR)	699	702	250	120
(millions d'USD)	0,188	0,186	0,066	0,032

RESSOURCES EN URANIUM

On n'a pas découvert de ressources en uranium en Malaisie.

La Malaisie ne produit pas d'uranium et n'a pas de besoins en uranium. Il n'est fait état d'aucune information sur les politiques nationales relatives à l'uranium, les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• Namibie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

C'est en 1928 que le capitaine G. Peter Louw a découvert une minéralisation uranifère 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 sondages et a effectué certaines reconnaissances souterraines. Étant donné les valeurs erratiques des mesures relatives à la teneur en uranium et de perspectives économiques médiocres pour l'uranium, la société *Anglo-American Corporation* a abandonné les recherches.

À la suite d'une croissance de la demande et des prix sur le marché de l'uranium, d'intenses activités de prospection 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* (RTZ) avait obtenu des droits de prospection en 1966. Ce gisement a donné lieu au développement 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 à 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 mine 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 en Namibie. 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). En 1997 et 1998, une société australienne, *Acclaim Uranium NL*, a entrepris une importante campagne de forage dans le gisement de Langer Heinrich. Toutefois, aucune activité supplémentaire n'a été menée en 1999-2000. Un permis exclusif d'exploration est en vigueur pour le gîte de Trekkopje, mais les données 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 de 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 renfermées dans des gisements de type superficiel.

En plus des ressources connues renfermées dans les gisements de type intrusif de Rössing et de Trekkopje, situés dans le district lié au granite de l'orogène précambrien de Damara 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 ceinture 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 ont été 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 et qui ont confirmé l'existence d'une partie des ressources connues incluses dans les chiffres totaux des ressources de la Namibie. 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 de 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.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Au 1^{er} janvier 2001, les ressources connues de la Namibie s'élevaient au total à 282 617 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U. Alors que les RRA, représentant 175 104 t d'U, sont indiquées en termes de ressources récupérables, déduction faite des pertes en cours d'extraction (10 à 16 %) et de traitement (14 à 30 %), les chiffres indiqués pour les RSE-I se rapportent à des ressources *in situ*.

Comme la dernière évaluation exhaustive des ressources 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 5 405 t d'U en 1999 et 2000.

Ressources raisonnablement assurées (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
61 834	143 869	175 104

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I* (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/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 de découverte est cependant considéré comme excellent, en particulier dans le cas des gisements de type intrusif.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

En août 1966, la société Rio Tinto Zinc (RTZ) a acquis les droits de prospection relatifs au gisement de Rössing et mené un vaste programme d'exploration qui a duré jusqu'en mars 1973. Des travaux de topographie, de cartographie, de sondage, d'échantillonnage en masse et d'essais métallurgiques effectués dans une installation pilote d'une capacité de production de 100 tonnes/jour ont démontré la faisabilité de l'installation d'un centre de production.

Namibie

La société Rössing Uranium Limited a été constituée en 1970 en vue de mettre en valeur le gisement, avec RTZ pour principal actionnaire (à hauteur de 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 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 production de 5 000 t courtes d' U_3O_8/a (3 845 t d'U/a) au cours de 1977. En raison de la nature fortement abrasive du minerai, qui n'avait pas été décelée au stade des essais en installation pilote, l'objectif de production n'a pu être atteint qu'en 1979, après que certaines modifications importantes ont été apportées à la conception de l'installation.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Mine à ciel ouvert	63 942	2 780	2 690	2 715	72 127	2 702
Total	63 942	2 780	2 690	2 715	72 127	2 702

Précisions techniques concernant le centre de production d'uranium (au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	Rössing
Catégorie de centre de production	existant
Stade d'exploitation	en service
Date de mise en service	1976
Source de minerai :	
Nom du gisement	Rössing
Type de gisement	intrusif
Réserves (ressources exploitées)	n.d.
Teneur (% d'U)	0.03
Exploitation minière :	
• Type (ST/CO/LIS)	CO
• Tonnage (t de minerai/j)	41 902
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	82
Installation de traitement :	
• Type (EI/ES/LA)	LA/EI/ES
• Tonnage (t de minerai/j)	30 000
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	86
Capacité nominale de production (t d'U/a)	4 000

État de la capacité théorique de production

En 1999 et 2000, la production s'est établie à environ 75 % de la capacité nominale, les activités ayant été réduites parallèlement à la baisse des contrats de ventes.

Au cours des trois dernières années, d'importantes dépenses d'équipement ont été engagées pour améliorer la rentabilité. Dans la zone de traitement, une unité de pré-criblage a été installée et intégrée au circuit de concassage secondaire afin d'améliorer la capacité de production de ce circuit en écartant de la masse les matériaux de granulométrie inférieure. En outre, la construction d'une installation pilote de triage du minerai a débuté en 2000 et fonctionnait en mode marche-arrêt à la fin de la même année. Le triage radiométrique du minerai offre l'avantage de retirer environ 25 % de la masse rocheuse totale du circuit de traitement en éliminant préalablement les matières à faible teneur, ce qui améliore le rendement et augmente la teneur de l'alimentation en minerai de l'installation de traitement.

Capacité théorique de production à court terme
(t d'U/a)

2001				2002				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
0	0	4 000	4 000	0	0	4 000	4 000	0	0	4 000	4 000

2010				2015				2020			
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

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La société 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 de Namibie	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

Emploi dans le secteur de l'uranium

La société Rössing Uranium Limited a continué de rechercher les gains de productivité dans toutes ses activités afin de compenser les prix de l'uranium qui n'ont jamais été aussi bas. Dans ce contexte, les effectifs de personnel sont tombés de 1 254 personnes en 1997 à 902 personnes en 2000.

Effectifs dans les centres de production existants
(personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
1 104	1 009	902	900

Centres de production futurs

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 d'aménager un centre de production supplémentaire d'une capacité de 1 000 t d'U/an. Toutefois, la disponibilité de l'eau compte parmi les facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur toute décision en matière de production.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

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'ébauches. En outre, un Fonds pour la protection de l'environnement sera constitué afin de garantir la disponibilité de ressources financières nécessaires pour le réaménagement des sites miniers.

Coûts de la gestion de l'environnement
(milliers de ZAR)

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	38 820	2 423	1 809	1 779	44 831

BESOINS EN URANIUM

La Namibie ne compte pas se doter d'un parc électronucléaire et n'a donc aucun besoin en uranium lié à des réacteurs.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Le gouvernement namibien est conscient du fait que les gisements uranifères 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 les 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 minière) [*Minerals (Prospecting and Mining) Act of 1992*].

La Namibie est devenue indépendante le 21 mars 1990 et la Loi a été promulguée le 1^{er} 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 mentionnée plus haut 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.

La Namibie ne fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• Niger •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET MISE EN VALEUR DES MINES

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 de la Cogéma. La découverte de zones minéralisées a abouti à l'exploitation minière des gisements d'Arlette, d'Artois et d'Ariège par la

Niger

Société des mines de l'Aïr (Somaïr), 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 Somaïr in 1986.

Au cours des années suivantes, tant la Somaïr et la Cominak ont pris part à des activités de prospection, dont le seul but était de mieux évaluer les gisements connus. La Somaïr 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 Somaïr comme la Cominak ont entrepris d'importants programmes de sondages. Les résultats de ces sondages ont, pour une part, conduit la Somaïr à réviser les estimations des ressources des gisements de Takriza et de Tamou et la Cominak à poursuivre l'évaluation des gisements de Akouta-Sud et d'Akola. Le reliquat des droits miniers de la SMTT a été cédé à la Somaïr en 1996 à la suite de quoi la SMTT a été dissoute.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de développement de mines

En 1999 et 2000, la Cominak a foré 80 sondage d'une longueur totale de 17 854 m dans le but de parachever l'évaluation du gisement d'Akola.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur privé (millions de XOF)	450	295	423	632
(millions d'USD)	0,753	0,471	0,604	0,897
Forages de développement (m)	16 575	18 553	19 301	23 000
Nombre de trous de sondage forés	93	38	44	96

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

En 2000, les ressources du gisement de Takriza ont été complètement épuisées par suite des activités de production de la Somaïr entre 1996 et 2000.

Le gisement de Tamou a fait l'objet d'une réévaluation et la mine à ciel ouvert a été réoptimisée pour tenir compte des coûts de production en 2000. Par suite de cette réévaluation, les ressources qui en 1999 s'élevaient à 11 527 t, n'étaient plus que de 8 909 t en 2001.

Ressources raisonnablement assurées*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/ kg d'U	<80 USD/ kg d'U	<130 USD/ kg d'U
10 908	29 603	29 603

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/ kg d'U	<80 USD/ kg d'U	<130 USD/ kg d'U
11 168	25 529	25 529

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

On estime que les gisements d'Imouraren, Afasto-Est, Afasto-Ouest, Abkorum, Tamgak et Azelik renferment plus de 200 000 t d'U. Ces ressources, dont l'estimation remonte à plus de dix ans, n'ont pas été ventilées selon par tranches de coût.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II
(t d'U)

Tranches de coût	
<80 USD/kg d'U	<130 USD/ kg d'U
16 194	16 194

Ressources spéculatives
(t d'U)

Tranches de coût	Total
Non spécifiée	
200 000	200 000

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La production d'uranium au Niger est assurée par deux sociétés, la Somair et la Cominak, qui exploitent des mines sur des gisements de type renfermés dans des grès respectivement depuis 1970 et 1978. Une troisième société, la SMTT, a cédé ses droits miniers à la Somair en 1996, à la suite de quoi elle a été dissoute. On trouvera dans les deux tableaux suivants des données détaillées concernant l'évolution de la production d'uranium au Niger et les caractéristiques de ses deux centres de production.

Évolution de la production d'uranium

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Installation de traitement	66 536	3 714	2 907	2 911	76 068	2 910
Lixiviation en tas	5 785	7	4	0	5 785	0
Total	72 321	3 714	2 907	2 911	81 853	2 910

Précisions techniques concernant les centres de production existants

(au 1^{er} janvier 2001)

Nom duc entre de production	Arlit (Somaïr)	Akouta (Cominak)
Catégorie de centre de production	existant	existant
Stade d'exploitation	en service	en service
Date de la mise en service	1970	1978
Source de minerai : <ul style="list-style-type: none"> Nom du gisement Type de gisement Réserves (ressources exploitées) Teneur (% d'U) 	Ariège, Taza, Arlette, Tamou grès	Akouta, Akola grès
Exploitation minière : <ul style="list-style-type: none"> Type (CO/ST/LIS) Tonnage (t de minerai/j) Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%) 	CO 2 000	ST 1 800
Installation de traitement : <ul style="list-style-type: none"> Type (ES/EI/LA) Tonnage (t de minerai/j) Taux moyen de récupération en cours de traitement (%) 	LA/ES 2 000 95	LA/ES 1 900 96.3
Capacité nominale de production (t d'U/a)	1 500	2 300

Centres de production futurs

Un projet est à l'étude visant à agrandir le centre de production de la Cominak afin de pouvoir exploiter le gisement d'Afasto-Ouest dont les réserves ont été estimées à 62 000 t d'U en 1982.

Il est aussi question que la Somaïr étende ses activités minières au gisement d'Imouraren dont l'exploitation par lixiviation *in situ* (LIS) est en cours d'évaluation. Les réserves d'Imouraren ont été estimées à 22 200 t d'U en 1977.

État de la capacité théorique de production

Capacité théorique de production à court terme (t d'U/a)

2001				2002				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
2 910	0	0	0	2 960	0	0	0	2 960	0	0	0

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
n.d.	0	0	0	n.d.	0	0	0	n.d.	0	0	0

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Les intérêts dans les deux sociétés nigériennes de production se répartissent comme suit :

Somaïr	Cominak
36,6 % Niger (Onarem)	31 % Niger (Onarem)
37,5 % Cogéma (France)	34 % Cogéma (France)
19,4 % CFMM (France)	25 % OURD (Japon)
6,5 % Urangesellschaft	10 % Enusa (Espagne)

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 1 723 à la fin de 2000. En 2001, ce chiffre devrait tomber à 1 691.

Effectifs des centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
2 012	1 830	1 723	1 691

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

En 2000, la Cominak et la Somaïr se sont engagées toutes deux à mettre en place un système de gestion de l'environnement conforme à la norme ISO 14001, leur objectif étant d'en obtenir la certification en 2002.

Les dépenses de la Cominak (évaluation des incidences sur l'environnement, surveillance, gestion des déchets, activités réglementaires) s'élèvent au total à environ 120 millions de CFA par an (171 290 d'USD). Les dépenses afférentes aux programmes sociaux et culturels financés par la Cominak ont atteint 2 800 millions de CFA par an (4 millions d'USD) au total.

BESOINS EN URANIUM

Le Niger ne compte pas se doter d'un parc électronucléaire et n'a donc aucun besoin en uranium lié à des réacteurs.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

L'un des principaux objectifs de la politique du Niger relative à l'uranium est de permettre au secteur national de l'uranium d'accroître sa compétitivité à l'échelle internationale.

STOCKS D'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

PRIX DE L'URANIUM

	1997	1998	1999	2000	2001
FRF/kg d'U	230	225	220	217	213
USD/kg d'U	40.07	37.69	35.12	30.98	30.22

• 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 du pays. 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, Sabirsai, Youjny Boukinaï (Boukinaï Sud), Sougraly, Lyavlyakan et Ketmentchi. En outre, la prospection de gisements d'uranium dans des schistes métamorphiques dans les secteurs d'Aouminzataou et d'Altyntaou a commencé en 1961 et 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.

Les activités de prospection ont été 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 (Kanimekh Nord) 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. La reconnaissance de la nature polymétallique des gisements d'uranium renfermés dans des grès a permis de récupérer du sélénium, du molybdène, du rhénium et du scandium comme sous-produits au cours du traitement par LIS.

Depuis 1994, toutes les activités nationales de prospection de l'uranium ont été financées par le Combinat minier et métallurgique de Navoi (CMMN). 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. La recherche de nouveaux gisements est assurée par l'entreprise d'État chargée de la géologie, *Kyzyltepageologia*. Toutefois, depuis le début des années 90, les sondages n'ont visé qu'à délimiter les gisements connus et à rechercher d'éventuels prolongements de ces derniers.

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

De 1997 à 2000, la *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. Une partie des ressources de ces gisements a été transférée au CMMN. La *Kyzyltepageologia*, toutefois, continuera d'explorer les flancs de ces trois gisements. En outre, les travaux d'évaluation ont commencé sur le site de Yangy du gisement de Toutly.

Le tableau suivant présente des données statistiques sur les activités de prospection et de mise en valeur de l'uranium entre 1998 et 2000. Il couvre les activités et les dépenses tant de l'organisme industriel, le CMMN que de l'Entreprise d'État chargée de la géologie « *Kyzyltepageologia* ».

Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium et activités de forage

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses de prospection (milliers d'UZS)*	543 866	659 690	940 824	1 402 380
Dépenses d'aménagement (milliers d'UZS)	1 180 784	1 587 091	2 328 326	3 324 183
Total des dépenses (milliers d'UZS)	1 724 650	2 246 781	3 269 150	4 726 563

Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium et activités de forage (suite)

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Total des dépenses (milliers d'USD)	19,652	19,392	14,152	6,850
Sondages superficiels d'exploration (m)	183 525	207 633	217 804	249 920
Sondages superficiels d'aménagement (m)	347 871	355 650	385 887	380 000
Nombre de trous de sondage d'exploration	929	991	1 165	1 369
Nombre de trous de sondage d'aménagement	1 728	1 973	1 988	1 900
Total des sondages superficiels (m)	531 396	563 283	603 691	629 920
Nombre total de trous de sondage forés	2 657	2 964	3 153	3 269

* Les statistiques relatives à la prospection comprennent les dépenses encourues par le CMMN et *Kyzyltepageologia*, et les activités menées par ces deux organismes.

RESSOURCES EN URANIUM

Toutes les ressources importantes de l'Ouzbékistan sont situées dans la région du Kyzylkoum au centre du pays, qui occupe une bande de 125 km de large sur environ 400 km de long, 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.

Les ressources en uranium de l'Ouzbékistan se trouvent dans des gisements contenus dans des grès ou des complexes bréchiqes. Les gisements contenus 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. L'uranium se concentre dans des gisements de type « roll-front » (zones d'oxydation –réduction) dans des unités de grès et de graviers. La minéralisation se présente sous forme de pechblende ou de néopechblende accompagnée de coffinite. Les teneurs moyennes du minerai varient entre 0,026 et 0,18 % d'U. 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 associés à des complexes bréchiqes 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 68 g/t et en or de 0,1 à 0,2 g/t. Les corps minéralisés se trouvent à des profondeurs variant entre 20 et 450 m. Il existe cinq gisements de ce type, dont la plupart peuvent faire l'objet d'une exploitation à ciel ouvert et se prêtent à un traitement par lixiviation en tas (LET).

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Au 1^{er} janvier 2001, les ressources connues en uranium (RRA et RSE-I) et récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U s'élevaient au total à 172 065 t d'U, soit une augmentation de 41 987 t d'U par rapport à l'édition de 1999 du Livre rouge. Parmi les ressources connues, 125 000 t d'U sont présentes dans des gisements renfermés dans des grès et 47 000 t d'U dans des gisements associés à des complexes bréchiqes. La répartition des ressources connues par tranches de coût et types de gisement s'établit comme suit :

Type de gisement	<40 USD/kg d'U (t d'U)	40 à 130 USD/kg d'U (t d'U)
Grès	100 800	24 200
Complexe bréchiqes	36 000	11 000
Total	136 800	35 200

On trouvera dans les tableaux suivants une récapitulation des ressources par district uranifère et type de gisement. Les chiffres de ressources donnés par l'Ouzbékistan dans toutes les catégories se rapportent à des ressources *in situ*. Toutefois, le Secrétariat a été informé que ces chiffres tiennent normalement compte de pertes en cours d'extraction et de traitement de 30 % dans la conversion des ressources *in situ* en ressources récupérables.

Ressources raisonnablement assurées*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
90 076	90 076	115 351

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	< 130 USD/kg d'U
46 804	46 804	56 714

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques connues et non découvertes*
(t d'U)

District uranifère	Type de gisement	Catégorie	
		RRA et RSE-I	RSE-II et RS
Boukantaou (Outchkoudouk)	grès	19 379	32 968
	complexe bréchiqes	33 132	11 234
TOTAL Boukantaou		52 511	44 202

Ressources classiques connues et non découvertes* (suite)
(t d'U)

District uranifère	Type de gisement	Catégorie	
Aouminza-Beltaou(Zarafchan)	grès	41 504	47 744
	complexe bréchique	13 892	42 660
TOTAL Aouminza-Beltaou		55 396	90 404
Nourataou-Ouest (Zafarabad)	grès	51 762	46 773
	complexe bréchique	0	0
TOTAL-Nourataou-Ouest		51 762	46 773
Ziraboulak-Ziaetdin (Nourabad)	grès	12 396	50 141
	complexe bréchique	0	0
TOTAL Ziraboulak-Ziaetdin		12 396	50 141
	grès	125 041	177 626
	complexe bréchique	47 024	53 894
Total		172 065	231 520

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

On estime que les ressources *in situ* non découvertes s'élèvent au total à 229 567 t d'U, dont 84 959 t dans la catégorie des RSE-II récupérables à des coûts inférieurs à USD 130/kg d'U et 144 608 t dans celle des RS sans spécification de tranche de coût. Près de 80 % des ressources non découvertes sont affectées 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 associés à des complexes bréchiques. La profondeur et les caractéristiques du minerai devraient être analogues à celles des ressources connues.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
56 306	56 306	84 959

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources spéculatives*
(t d'U)

Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
0	144 608	144 608

* 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 situées 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 Leninabad, 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 Navoï, 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 le gisement d'Outchkoudouk dès 1963 et ont abouti en 1965 à l'application de ce procédé à l'échelle industrielle.

L'exploitation minière par des méthodes classiques en souterrain a commencé sur les gisements de Sabirsaï 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 Sabirsaï. L'exploitation de la mine de Sabirsaï par des méthodes classiques d'extraction en souterrain a cessé 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.

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 2000-2001 relèvent des centres de LIS qui sont répartis entre trois divisions du CMMN : la « Division minière du Nord », implantée à Outchkoudouk, qui regroupe les centres d'Outchkoudouk et Kendykiyoube ; la « Division minière du Sud », implantée à Zafarabad, comprenant les centres de Sabirsaï, Chark, Oulous et 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. 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.

La production des trois divisions minières est acheminée par chemin de fer à l'usine métallurgique centrale située à Navoï, qui a une capacité nominale de production de 3 000 t d'U/a.

La production d'uranium dans la région du Kyzylkoum a atteint un niveau record au cours des années 80, période pendant laquelle de 3 700 à 3 800 t d'U étaient produites chaque année.

Évolution de la production d'uranium
(t d'U)

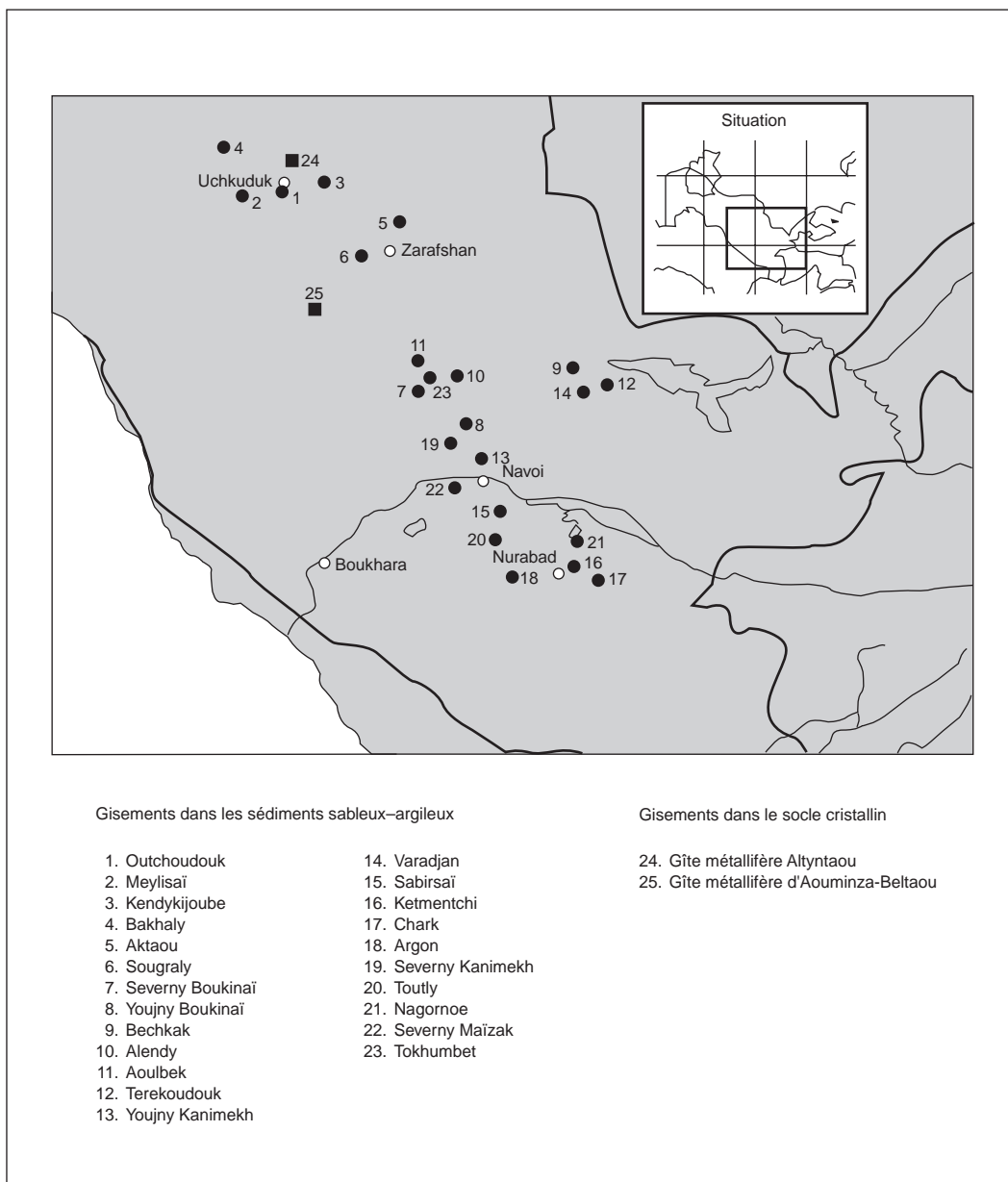
	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Exploitation à ciel ouvert	36 249	0	0	0	3 624	0
Exploitation en souterrain	19 719	0	0	0	19 719	0
Lixiviation <i>in situ</i>	33 677	1 926	2 159	2 028	39 790	2 350
Total	89 645	1 926	2 159	2 028	95 758	2 350

Précisions techniques concernant les centres de production
(au 1^{er} janvier 2001)

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 de minerai : • Nom du gisement	Outchkoudouk Kendykoyoube	Sabirsai Ketmentchi Chark Oulous	Boukinaï Nord Boukinaï Sud Bechkak, Lyavlyakan	Sougraly*
• Type de gisement	grès	grès	grès	grès
Exploitation minière : • Type (ST/CO/LIS) • Tonnage • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	LIS n.d. 70	LIS n.d. 70	LIS n.d. 70	n.d. n.d. n.d.
Installations de traitement : • Type (ES/EI/LA) • Tonnage • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	Navoi LA n.d. 99,5			
Capacité nominale de production (t d'U/a)	3 000			

* La gestion du gisement de Sougraly a été confiée à la Division minière du Nord.

Gisements uranifères en Ouzbékistan



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 appartient au Gouvernement de l'Ouzbékistan.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Les activités liées à la production d'uranium ont conduit à construire les cinq villes suivantes : Outchkoudouk, Zarafchan, Zafarabad, Nourabad et Navoï. 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)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
8 165	7 734	7 331	7 300

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, l'Ouzbékistan a indiqué que les centres de production existants seront en mesure d'exploiter tous les gisements connus. L'Ouzbékistan projette de poursuivre la production d'uranium jusqu'en 2040 à un rythme pouvant atteindre 3 000 à 3 100 t d'U/a.

Capacité de production à court terme
(t d'U/a)

2001				2002				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
2 350	2 350	2 350	2 350	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500

2010				2015				2020			
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	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

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 LIS 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 mètres cubes. 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 Navoï et certaines eaux souterraines ont été contaminées par les techniques d'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 réaménagement, 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/a, 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 mis en œuvre un programme progressif d'évaluation et, si nécessaire, de remise en état des zones susceptibles d'avoir été affectées par la production d'uranium durant plus de 30 ans. On trouvera ci-après quelques exemples des mesures qui ont été prises.

1. Lixiviation par acide faible

Depuis que le CMMN a entrepris ses activités d'exploitation par LIS en 1963, il a mené des travaux de recherche, notamment des études pilotes, en vue de réduire leurs répercussion nocives sur les eaux souterraines. Après avoir achevé avec succès les études pilotes, le CMMN a mis en œuvre ce qu'il appelle un système de lixiviation par acide faible, qui a l'avantage de causer une moindre contamination de l'aquifère subissant la lixiviation. De plus, cette méthode est environ 17 à 20 % moins coûteuse que celle par acide fort. Elle ne permet cependant pas d'atteindre un taux de récupération aussi élevé, mais cet inconvénient est largement contrebalancé par les avantages qu'elle présente en matière d'environnement et de coûts. La production d'uranium de l'Ouzbékistan est désormais obtenue à environ 50 % par la méthode de la lixiviation par acide faible.

2. Bassin de décantation des résidus

De 1964 à 1994, le traitement du minerai d'uranium à l'usine hydrométallurgique du CMMN est à l'origine d'un bassin de décantation des résidus ayant les caractéristiques suivantes : une superficie de 600 ha ; une masse de résidus de 60 millions de tonnes ; une activité spécifique alpha totale de 90 kBq/kg ; une dose gamma à la surface du bassin variant entre 3 et 12 $\mu\text{Sv/h}$; un taux d'émanation de radon de 1 à 2 $\text{Bq/m}^2/\text{s}$; une concentration de produits de désintégration à vie courte dans la couche atmosphérique au-dessus du bassin de décantation de l'ordre de 6 à 33 Bq/m^2 ; une concentration annuelle moyenne des radionucléides émetteurs alpha à vie longue au-dessus du bassin de $0,8 \times 10^{15}$ Ci/l.

Un système de puits a été installé pour surveiller et contrôler l'éventuelle contamination des eaux souterraines par le bassin de décantation des résidus. Les eaux récupérées sont renvoyées à l'usine hydrométallurgique pour réutilisation dans les opérations de traitement. Lorsque le CMMN a mis fin à ses activités classiques de traitement du minerai d'uranium, en 1994, il a commencé à couvrir le bassin de décantation des résidus avec des stériles inertes issus du traitement du minerai aurifère. À la fin de 2000, environ 100 ha, soit 17 % de la superficie du bassin de décantation des résidus d'uranium, étaient déjà recouverts d'une épaisseur de stériles inertes comprise entre 0,5 et 1 m. Les émanations de radon au-dessus de la partie couverte du bassin de décantation sont dix fois moins importantes et la dispersion de poussières radioactives a complètement cessé dans la zone couverte. Le CMMN escompte que le bassin de décantation des résidus d'uranium sera entièrement recouvert d'ici à 2012.

3. *Tas de minerai à faible teneur*

L'exploitation en souterrain de la mine d'Outchkoudouk, a généré des tas de minerai à faible teneur représentant un volume de 1,4 millions de mètres cubes couvrant une superficie de 237 000 m². Ces tas présentent les caractéristiques générales suivantes : une teneur moyenne en uranium de 0,017 % ; un débit d'exposition au-dessus du tas compris entre 40 et 300 µR/h ; des produits de désintégration du radon à vie courte ayant une activité comprise entre 10 et 40 Bq/m³ ; une concentration de radionucléides à vie longue de la série de l'uranium de l'ordre de 0,1 à 10⁻¹⁵ Ci/l. La concentration de radionucléides dans l'air à l'intérieur de la zone d'habitation de la ville d'Outchkoudouk ne dépasse pas les niveaux admissibles.

Les tas de minerai sont situés dans des aires clôturées comportant des panneaux de mise en garde contre les rayonnements. Des systèmes de drainage ont été installés pour maîtriser les écoulement d'eau de pluie provenant des tas. Vu le manque de fonds, le CMMN n'envisage pas pour le moment d'enfouir ou de traiter ces tas de minerai.

4. *Traitement des eaux usées*

Les opérations de LIS menées par le CMMN engendrent des eaux usées qui ne sont contaminées par aucun radionucléide. Selon les études menées par le CMMN, toutes les solutions résiduelles contenues dans les aquifères dans lesquels des méthodes de lixiviation par acide fort ou concentré ont été utilisées, subissent une auto-régénération qui leur permet de retrouver en 10 à 15 ans leur état initial avant exploitation minière. Quant à la lixiviation par acide faible, elle ne modifie pas sensiblement la composition des eaux de l'aquifère concerné.

5. *Réaménagement des sites épuisés exploités par LIS*

Le réaménagement des sites miniers exploités par LIS est exécuté conformément à la législation nationale sur la protection de l'environnement. Une importance particulière est accordée à la décontamination des déversements de solutions lixiviante qui contiennent des radionucléides et des sels d'acide sulfurique. Le réaménagement des sites comprend la collecte et l'évacuation du sol contaminé vers des sites spécialement prévus à cet effet. Une fois le réaménagement du site achevé, le terrain est rendu à son propriétaire. Depuis 1994, le CMMN a ainsi rendu 25 708 ha de terrains décontaminés à leurs propriétaires, y compris d'anciens sites exploités par LIS représentant plus de 1 000 ha.

6. *Législation sur la protection de l'environnement*

L'Ouzbékistan est partie à dix conventions et a signé 12 accords internationaux par lesquels il s'est engagé à respecter certaines normes environnementales spécifiques. Le Gouvernement a donc pris une centaine de textes réglementaires fédéraux directement ou indirectement liés à la protection des ressources environnementales et naturelles, en vue de se conformer à ces normes internationales.

BESOINS EN URANIUM

En l'absence de besoins en uranium au plan national, toute la production est destinée à l'exportation.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

En tant que membre de l'AIEA, l'Ouzbékistan se conforme à tous les accords internationaux relatifs à l'utilisation pacifique de l'uranium produit sur son territoire.

À l'heure actuelle, la production d'uranium appartient à la République d'Ouzbékistan qui la contrôle. Des entités privées, notamment des sociétés et des personnes physiques nationales et étrangères, ne mènent pas actuellement d'activités dans le domaine de la prospection ou de la production d'uranium.

Il n'est fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• Pays-Bas •

PROSPECTION, RESSOURCES ET PRODUCTION

Les Pays-Bas ne possèdent pas de ressources en uranium et ne mènent actuellement aucune activité de prospection visant l'uranium. Il n'existe dans ce pays aucune capacité théorique de production d'uranium et aucun plan en vue de se doter d'une telle capacité ni de mener des activités de prospection.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

BESOINS EN URANIUM

À l'heure actuelle, les Pays-Bas exploitent un seul réacteur nucléaire qui est couplé au réseau, à savoir le REP de Borssele (449 MWe nets)¹.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
449	449	0	0	0	0	0	0	0

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
84*	10,3							

* Estimation du Secrétariat.

STOCKS D'URANIUM

Les stocks d'uranium naturel étaient liquidés au 31 décembre 1995 et, depuis lors, les Pays-Bas n'en ont pas détenu d'autres.

• **Philippines** •

PROSPECTION DE L'URANIUM**Historique**

La prospection de l'uranium aux Philippines a débuté au début des années 50 dans des zones présentant des anomalies radioactives. Depuis cette date, plusieurs programmes de prospection et d'exploration ont été menés à travers l'archipel par les secteurs tant public que privé. À ce jour, plus de la moitié du territoire national a été couverte par des travaux de reconnaissance. Certaines régions

-
1. Le Gouvernement néerlandais considère qu'il existe un accord passé avec les propriétaires de la centrale de Borssele, à savoir la société EPZ, visant la fermeture de la centrale d'ici à la fin de 2003. La société EPZ a adopté la position suivant laquelle ce n'est pas le cas. Le Gouvernement néerlandais a décidé de porter l'affaire devant un tribunal civil, où cette dernière est en instance.

ont ensuite fait l'objet d'un suivi au moyen de levés géochimiques semi-détaillés et/ou détaillés. La plupart des activités de prospection, faisant appel à l'application intégrée de techniques géologiques, radiométriques et géochimiques, ont été réalisées par la Commission de l'énergie atomique des Philippines [*Philippine Atomic Energy Commission – PAEC*] devenue depuis lors l'Institut de recherche nucléaire des Philippines [*Philippine Nuclear Research Institute – PNRI*].

En 1997 et 1998, l'Institut de recherche nucléaire des Philippines a poursuivi des activités de reconnaissance et de prospection géochimique semi-détaillée de l'uranium dans l'île de Palawan. Au moins deux anomalies géochimiques prometteuses ont été localisées dans la région de San Vicente. Les indices uranifères dans cette zone sont liés à la présence de roches granitiques et métamorphiques (phyllites et schistes).

Les travaux récents de prospection géochimique se limitent surtout à la province de Palawan, en particulier à la partie septentrionale de l'île.

Dépenses de prospection de l'uranium

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur public				
(milliers de PHP)	500	400	200	200
(millions d'USD)	0,013	0,011	0,005	0,004

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Il n'existe pas de ressources connues notables en uranium 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, situé 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 chevauchantes. Les corps granitiques intrusifs sont considérés comme les plus susceptibles de renfermer des ressources, mais les formations métamorphiques proches de ces intrusions sont aussi considérées comme géologiquement propices à la présence d'une minéralisation d'uranium.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Comme les Philippines n'ont pas de ressources connues en uranium, la mise en valeur et l'exploitation de l'uranium dans ce pays ne soulève aucun problème notable du point de vue de l'environnement.

BESOINS EN URANIUM

Les Philippines ont entrepris la construction d'un REP de 620 MWe, dénommé PNPP-1, qui n'a jamais été achevée. 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.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE 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 accords d'assistance financière ou technique comme le stipule le droit minier. 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 Bureau des mines).

Les Philippines ne font état d'aucune information sur les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• 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 que le pays a conclu avec 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 levés 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 expédié en Union soviétique. Des travaux de prospection détaillée ont été entrepris dans des localités de Basse Silésie et des mines d'uranium ont été exploitées à Kowary Podgórze, Radoniow et Kletno.

RESSOURCES EN URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

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 opérant dans le secteur de l'uranium « *Zakłady Przemysłowe R-1 (ZP-1)* ». Les minerais d'uranium extraits de mines souterraines ont directement été transportés en Union soviétique.

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.

	Nombre	Superficie (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

État de la capacité théorique de production

La Pologne ne dispose d'aucune capacité théorique de production d'uranium.

Structure de la propriété, emploi dans le secteur de l'uranium et centres de production futurs

La Pologne n'a pas de secteur de l'uranium ni ne projette d'en créer un.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

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 dans les zones autour de ces sites. 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 de 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 [*Panstwowa Agencja Atomistyki – PAA*], il lui incombe d'assurer la surveillance radiologique qui est considéré 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/a. Depuis 1996, la Pologne a pris part, dans le cadre de PHARE, au programme multinational 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 découlant de la prospection de l'uranium, qui sont répartis 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 m (somme des trois côtés) avec une hauteur maximale de 12 m. L'ensemble de l'installation est considéré comme étant aux limites de la stabilité géotechnique. Par suite des activités de traitement de l'uranium, le bassin de résidus est rempli par environ $2,5 \times 10^5$ t 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 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 t de résidus de métaux rares et de 5×10^3 m³ de 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 de 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 encore en cours d'exécution. Les autorités locales procèdent à l'élaboration d'un programme de réaménagement qui leur permettra d'assumer leurs responsabilités liées aux activités passées visant l'uranium dans la région de Basse Silésie.

La Pologne n'a pas de besoins en uranium et ne fait état d'aucune information sur les politiques nationales relatives à l'uranium, les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• 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, tandis que l'uranium l'a été depuis 1951. Entre 1945 et 1962, une entreprise privée à capitaux étrangers, la Compagnie portugaise du radium [*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 carottés 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. D'après les études, la zone d'Alto Alentejo pourrait alimenter un autre centre de production. 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 par des levés géologiques, radiométriques, géochimiques et émanométriques, de même que par des 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 de prospection de l'uranium et de développement des mines

Une carte du fond radiométrique du Portugal au 1:200 000^e est en cours d'achèvement dans le cadre d'un contrat passé avec la Direction générale de l'environnement. Un projet de prospection des terres rares est également en voie d'achèvement.

En 1999, les activités de prospection de l'uranium ont été réduites à un niveau minimal, par suite de la fin du programme de forage sur le gisement de Tarabau (au sud du Portugal).

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage sur le territoire national

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur privé (millions de PTE)	18,6	3,5	4,2	0
(millions d'USD)	0,10	0,02	0,02	0
Sondages d'exploration exécutés par le secteur privé (m)	2 634	183	116	0
Nombre de trous de sondage forés par le secteur privé	79	5	14	0
TOTAL PARTIEL des sondages d'exploration	2 634	183	116	0
TOTAL PARTIEL des trous de sondage	79	5	14	0
TOTAL DES SONDAGES (m)	2 634	183	116	0
NOMBRE TOTAL DE TROUS DE SONDAGE	79	5	14	0

RESSOURCES EN URANIUM**Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)**

Le Portugal fait état de RRA représentant 7 450 t d'U au total, récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à USD 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 USD 130/kg d'U.

Ressources raisonnablement assurées*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
n.d.	7 450	7 450

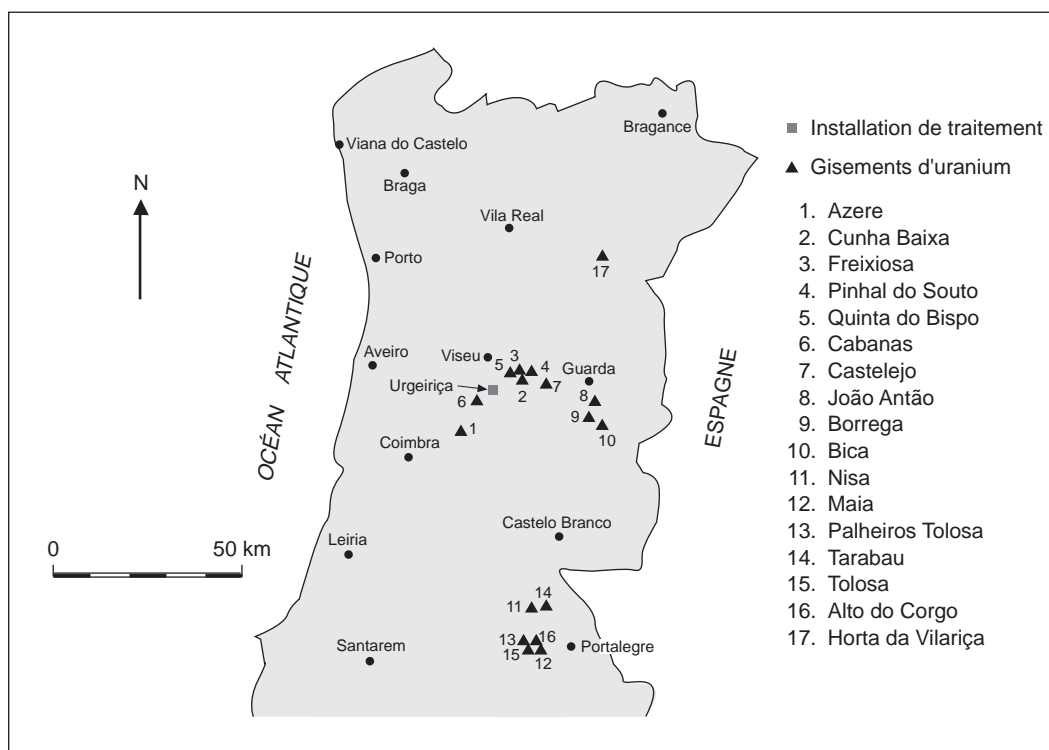
* Estimations tenant compte de pertes en cours de traitement s'élevant à environ 10 %.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	1 450

Les ressources classiques connues, récupérables à des coûts inférieurs à USD 80/kg d'U, sont tributaires pour 84 % des centres de production existants.

Gisements et indices uranifères au Portugal



Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

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 RS récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à USD 130/kg d'U.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	1 500

Ressources spéculatives
(t d'U)

Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
5 000	0	5 000

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.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Usine de traitement	3 127	0	0	0	3 127	0
Lixiviation sur place*	249	1	0	0	250	0
Lixiviation en tas	298	12	7	4	321	0
Autres méthodes (traitement des eaux d'exhaure, réaménagement de l'environnement, par exemple)	0	6	3	10	19	3
Total	3 674	19	10	14	3 717	3

* Aussi qualifiée de lixiviation en gradins.

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/a, est exploitée à capacité réduite. La production de concentrés (14 t d'U/a) provient d'activités de réaménagement de l'environnement et du traitement de minerais pauvres par lixiviation en tas.

**Capacité théorique de production à court terme
(t d'U/a)**

2001				2002				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
n.d.	0	n.d.	0	n.d.	0	n.d.	0	100	n.d.	170	n.d.

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
100	n.d.	170	n.d.	n.d.	n.d.	150	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

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 du gisement • Type de gisement	Sevilha Quinta do Bispo
Exploitation minière : • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	EI/ES
Capacité nominale de production (t d'U/a)	170
Projets d'agrandissement	aucun

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 prospector 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.

Propriété de la production d'uranium en 2000

Portugal				Étranger				Total	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]
0	0	14	100	0	0	0	0	14	100

Emploi dans le secteur de l'uranium

Les effectifs de personnel, qui étaient de 61 personnes en 1998, sont tombés à 50 personnes en 2000.

Effectifs des centres de production existants
(personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
61	54	50	0

Centres de production futurs

Des études de faisabilité et d'incidences sur l'environnement ont été réalisées pour le projet Nisa. Les études d'impact sur l'environnement ont été approuvées en 1999, mais le projet est suspendu.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

L'ENU détient tous les droits d'exploitation des minéraux radioactifs et est donc en charge des problèmes d'environnement liés à cette activité.

Selon les plans actuels, la production de concentrés d'uranium devrait cesser à la fin du premier trimestre de 2001, mais la responsabilité de tous les problèmes de sûreté et de protection de l'environnement demeurera engagée. Les activités en matière d'environnement comprennent la surveillance, la gestion des effluents et le réaménagement des sites. Il s'agit des principales activités menées par l'ENU en 2000.

Le fait que les activités minières aient été menées dans une vaste région et que mines exploitées soient fort nombreuses, rend difficile et complexe la détermination et la maîtrise des risques connexes. Néanmoins, l'ENU a mis au point une campagne en vue de définir les principales incidences, ce qui permettra d'établir les projets et les mesures nécessaires pour éliminer les problèmes concernant l'environnement.

Des études sont en cours afin de cerner les problèmes touchant l'air, le sol et l'eau superficielle, de même que les eaux souterraines, notamment en ce qui concerne la contamination des eaux souterraines liées à la lixiviation *in situ* et aux phénomènes de percolation à partir des chantiers souterrains.

Dans les mines souterraines, l'ENU traite les eaux d'exhaure en circuit fermé en les pompant, puis en les neutralisant, avant de les renvoyer dans la mine avec un pH de 8 à 9.

L'ENU a recensé 58 anciennes mines et s'efforce de mettre au point les études et les procédures nécessaires pour lui permettre d'améliorer les mesures conçues pour stabiliser la situation en matière d'environnement. À l'heure actuelle, six mines à ciel ouvert ont été réaménagées et sont dotées de systèmes de contrôle.

Le budget afférent aux études et projets préliminaires est estimé à environ 35 à 40 millions d'USD.

BESOINS EN URANIUM

Le Portugal n'a aucun besoin en uranium.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE 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'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.

Ensemble des stocks d'uranium (t d'équivalent d'U naturel)

Détenteur	Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés	Stocks d'uranium enrichi	Stocks d'uranium appauvri	Stocks d'uranium retraité	Total
Compagnies d'électricité	300	0	0	0	300
Producteur	14	0	0	0	14
Total	314	0	0	0	314

PRIX DE L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

• République slovaque •

PROSPECTION ET RESSOURCES

La prospection de l'uranium dans la République slovaque, qui remonte aux années 50, s'est déroulée dans plusieurs régions. D'après les résultats de l'évaluation qui a suivi, il a été conclu que la République slovaque ne possédait pas de ressources connues en uranium. Aucune activité de prospection n'a été menée depuis 1990.

PRODUCTION D'URANIUM**Historique**

Au cours des années 60 et 70, de petites quantités d'uranium ont été extraites en Slovaquie orientale, mais la production a cessé faute d'une rentabilité suffisante et à cause de la faible teneur du minerai.

État de la capacité théorique de production

La République slovaque ne possède pas de secteur de l'uranium ou de capacité théorique de production et n'envisage pas d'en établir une à l'avenir.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

Il n'est fait état d'aucune information.

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 compte deux tranches de type VVER-440 en exploitation mais d'une puissance de 388 MWe nets chacune.

Deux tranches supplémentaires également de type VVER-440, d'une puissance de 388 MWe nets sont en construction à Mochovce. On prévoit que les deux premières tranches de Bohunice demeureront en service jusqu'en 2001 ou 2002, date à laquelle débutera leur déclassement.

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)**

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 430	2 430	2 430	1 620	3 240	1 620	2 430	810	1 620

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)**

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
63	63	63	42	84	42	63	21	42

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La Compagnie slovaque d'électricité achète tout le combustible requis pour le fonctionnement du parc nucléaire à des fabricants russes sous forme d'assemblages combustibles complets. À l'heure actuelle, il existe deux contrats de fabrication de combustibles qui sont en vigueur respectivement jusqu'en 2001 et 2004.

• 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 méthodique jusqu'à la fin de 1989, les dépenses annuelles qui lui ont été consacrées étant de l'ordre de 10 à 20 millions d'USD 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, Rozná, 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, Stráz, 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 d'USD, en 1990, et ont continué de baisser par la suite pour n'être plus que de 660 000 USD, en 1992, et 201 000 USD, en 1996. Aucune activité de prospection sur le terrain n'a été menée depuis le début de 1994.

Activités récentes et en cours

Les travaux de prospection ont été axés sur la préservation et le traitement des données de prospection recueillies précédemment. Le traitement de ces données et la création d'une base de données relatives à la prospection se poursuivront à une cadence réduite en 2001.

**Dépenses de prospection de l'uranium, d'aménagement des mines et
activités de forage sur le territoire national (millions de CZK)**

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur privé	0,50	0,70	0,20	0,10
Dépenses de prospection du secteur public	2,50	1,60	1,50	1,80
Dépenses totales	3,00	2,30	1,70	1,90
Dépenses totales (millions d'USD)	0,09	0,06	0,04	0,05

RESSOURCES EN URANIUM

Historiquement, la plupart des ressources connues en uranium de la République tchèque se trouvaient renfermées dans 23 gisements, dont 20 ont été épuisés ou fermés. Sur les trois gisements restants, un seul est en exploitation (Rozná), tandis que les deux autres (Osecná-Kotel et Brzkov) renferment des ressources qui ne sont pas récupérables à court terme en raison de coûts de production élevés. 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 classiques connues récupérables au 1^{er} janvier 2001 ont diminué de 26 970 t d'U par rapport à la précédente estimation.

Plus précisément, les RRA récupérables à un coût inférieur à USD 80/kg d'U ont diminué de 1 740 t d'U, tandis que dans la tranche de coûts inférieure à USD 130/kg d'U, les RRA ont baissé de 4 620 t d'U. La diminution des RRA découle de la réévaluation des gîtes de Brzkov et de Osecná-Kotel, ainsi que de l'épuisement des ressources dans les centres de production en exploitation de Rozná et de Stráz.

Les RSE-I ont baissé de 22 350 t d'U et ne s'élevaient plus qu'à 310 t d'U au 1^{er} janvier 2001. Les RSE-I récupérables à un coût inférieur à USD 80/kg d'U ont diminué de 800 t d'U pour s'établir à 310 t d'U par suite de la réévaluation du gisement de Brzkov et de l'épuisement des ressources relevant du centre de production de Rozná. Les RSE-I entrant dans la tranche de coût comprise entre USD 80 et USD 130/kg d'U ont diminué de 21 550 t d'U par suite de la réévaluation des gîtes de Hamr et Osecná-Kotel.

Toutes les ressources connues en uranium récupérables à des coûts inférieurs à USD 80/kg d'U ou entrant dans la tranche de coût comprise entre USD 80 et USD 130/kg d'U sont tributaires des centres de production existants de Rozná et de Stráz.

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 diminué de 9 500 t d'U et n'atteignaient plus que 180 t d'U au

1^{er} janvier 2001, par suite de la réévaluation des gîtes de Brzkov et de Hvezdov dans la tranche de coût inférieure à USD 130/kg d'U. Toutes les ressources récupérables à un coût inférieur à USD 80/kg d'U sont tributaires du centre de production de Rozná et demeurent inchangés par rapport aux chiffres du 1^{er} janvier 1999.

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 dans la région de Hermánky, tous situés dans le bassin de la Bohême septentrionale datant du Crétacé.

Ressources raisonnablement assurées*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	2 370	2 370

* Estimations des ressources tenant compte de pertes en cours d'extraction de 5 % environ.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	310	310

* Estimations des ressources tenant compte de pertes en cours d'extraction de 5 % environ.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II
(t d'U)

Tranches de coût	
<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
180	180

Ressources spéculatives
(t d'U)

Tranches de coût		
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	TOTAL
0	179 000	179 000

Toutes les ressources classiques connues récupérables à un coût inférieur ou égal à USD 80/kg d'U sont tributaires de centres de production existants.

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, le principal gisement filonien, a été exploité de 1951 à 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/a et s'est maintenue entre 2 500 et 3 000 t d'U/a de 1960 jusqu'en 1989-1990, date à partir de laquelle elle a commencé à décliner. De 1946 à 2000, une quantité cumulée de 107 080 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 en souterrain et à ciel ouvert, tandis que le reste a été récupéré par lixiviation *in situ* (LIS).

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Usine de traitement	90 476	297	310	320	91 403	330
Lixiviation <i>in situ</i>	14 723	290	270	170	15 453	140
Lixiviation en place*	3	0	0	0	3	0
Lixiviation en tas	125	0	32	0	125	0
Autres méthodes (traitement des eaux d'exhaure, réaménagement de l'environnement, par exemple)	24	23	32	17	96	31
Total	105 351	610	612	507	107 080	501

* Également qualifié de lixiviation en gradins.

État de la capacité théorique de production

La capacité théorique de production n'a pas changé au cours des deux dernières années. Les travaux de déclasserment et de réaménagement de la mine de Stráz, située dans le bassin de la Bohême septentrionale datant du Crétacé et exploitée par LIS, se sont poursuivis. Parallèlement à la poursuite du réaménagement du gisement, la production annuelle d'uranium va diminuer au cours des quelques années à venir. Outre le gisement de Stráz, il ne reste plus qu'une mine en exploitation à l'heure actuelle, à savoir la mine souterraine de Rožná située dans le complexe métamorphique de Moravie occidentale.

Structure de la propriété dans le secteur 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 au total à 507 t d'U en 2000, était la propriété du gouvernement national.

Propriété de la production d'uranium en 2000

République tchèque				Étranger				Total	
Secteur public		Secteur privé		Secteur public		Secteur privé			
[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]	[t d'U]	[%]
507	100	0	0	0	0	0	0	507	100

Emploi dans le secteur de l'uranium

Vu la réduction continue des activités liées à l'uranium, l'emploi direct dans l'industrie tchèque de l'uranium est tombé à environ 3 180 personnes à la fin de 2000. Ces effectifs sont affectés à des activités liées à la production d'uranium, au déclassement et au réaménagement.

Effectifs des centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
3 410	3 300	3 180	2 850

Centres de production futurs

Conformément à la décision prise par le gouvernement, la production d'uranium se poursuivra à une cadence réduite. Selon le scénario actuel, la mine souterraine de Rožná maintiendra une production annuelle de 330 t d'U jusqu'en 2003. La mine de Stráz fournira par LIS une quantité décroissante d'uranium dans le cadre du programme de réaménagement, la production prévue en 2002 devant atteindre 100 t d'U.

Aucun autre centre de production n'est commandé ni prévu à court terme.

Capacité théorique de production à court terme (t d'U/a)

2001				2002				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
0	0	660	660	0	0	550	550	0	0	110	110

Capacité théorique de production à court terme (suite)
(t d'U/a)

2010				2015				2020			
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	84	84	0	0	87	87	0	0	80	80

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

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 du minerai : • Nom du gisement • Type de gisement • Réserves (ressources exploitées) • Teneur (% en U)	Rozná Filon 1 180 t d'U 0,323	Stráz Grès 1 500 t d'U 0,030
Exploitation minière : • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST 660 95	LIS – 60 (estimation)
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) : pour LIS (kl/d ou l/h) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LALVA/EI/CBH 580 95	LIS/LA/EI 50 000 kl/j –
Capacité nominale de production (t d'U/a)	400	250

* Poursuite de l'extraction dans le cadre des travaux de réaménagement.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

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 réaménagement à long terme permettra de venir à bout. Il se poursuivra pendant de nombreuses années et nécessitera des ressources financières considérables.

À l'heure actuelle, en liaison avec la réduction de la production d'uranium, le programme de l'entreprise DIAMO s.p. porte sur les activités de déclassement et de remise en état qui sont décrites ci-après.

Évaluation des incidences sur l'environnement

Tous les projets de l'entreprise d'État DIAMO s.p., qui relèvent de la Loi N°244/1992 du Conseil national tchèque font l'objet de procédures standard d'évaluation des incidences sur l'environnement. Au cours des deux dernières années, des procédures de ce type ont été appliquées aux projets de réaménagement des bassins de retenue des résidus de l'usine de production d'uranium de Dolní Rozínka et à Mydlovary.

Surveillance

La surveillance de l'environnement se poursuit conformément au programme de surveillance de tous les sites de production d'uranium, qui est approuvé par les autorités compétentes de l'administration publique et par les experts chargés du contrôle. Ce programme définit l'étendue, la fréquence et la méthodologie d'échantillonnage et le mode d'évaluation connexe. Les travaux d'échantillonnage et d'analyse sont exécutés par l'entreprise *DIAMO s.p.* et des laboratoires extérieurs. Les résultats de la surveillance sont périodiquement évalués et utilisés pour des analyses de risque, la planification de projets, la gestion des travaux de réaménagement et des études d'impact sur l'environnement. L'état de l'environnement dans les zones affectées par les activités de DIAMO fait l'objet de publications périodiques.

Bassin de retenue des résidus

Le réaménagement, du point de vue de l'environnement, des bassins de retenue des résidus des usines de traitement de l'uranium dans la République tchèque représente la tâche la plus prioritaire incombant à l'entreprise *DIAMO s.p.* en matière d'environnement. Les bassins de retenue des anciennes usines de traitement chimique de l'uranium de Mydlovary et de Stráz pod Ralskem sont ceux qui suscitent le plus de préoccupations du point de vue de l'environnement. De même, le projet de réaménagement du bassin de retenue de l'usine de traitement chimique de Dolní Rozínka (actuellement en service) imposera un lourd fardeau technique et financier. Le projet pilote de réaménagement entrepris dans le cadre du programme PHARE (Concepts correctifs pour les exploitations minières dans les PECO), a été couronné de succès.

Gestion des stériles

L'entreprise *DIAMO s.p.* gère plusieurs verses de stériles provenant des mines souterraines d'uranium dans toute la République tchèque. Les verses de stériles, qui ont une incidence négative sur l'environnement et qui ne présentent aucune possibilité d'utilisation ultérieure, ont été déclassées et réaménagées avant les autres verses. On a ainsi traité avec succès une partie des décharges en transformant les stériles en pierres concassées qui sont exploitées par l'industrie du bâtiment (Vítkov, Zadní Chodov, Dýlen, Příbram). Certaines verses de stériles ont été remodelées ou déplacées, puis réaménagées et intégrées dans le paysage environnant (Olsí, Licomerice, Hájek). D'autres, enfin, sont remises en état du point de vue technique ou biologique, ou reboisées *in situ* (Okrouhlá Radoun, Pucov, Krizany, Příbram). Les verses de stériles représentent des éléments intéressants pour l'aménagement paysager.

Gestion des effluents

L'entreprise *DIAMO s.p.* mène de nombreuses activités différentes liées à la gestion de l'eau. Elle alimente ses clients en eau de boisson, assure le traitement des effluents, procède au pompage, à l'épuration et au drainage des eaux d'exhaure et des eaux provenant des bassins de décantation des résidus qui sont rejetés dans les réseaux publics d'assainissement. Le traitement des eaux pose un problème particulier dans le cas du réaménagement du gisement d'uranium de Stráz, après exploitation par lixiviation *in situ*. Il a fallu remettre en état ou construire plusieurs installations de traitement des eaux et stations de décontamination des eaux (Okrouhlá Radoun, Zadní Chodov, Pucov, Licomerice, Horní Slavkov, Stráz pod Ralskem, etc.) afin d'assurer une gestion efficace de l'eau. Cette activité est menée en conformité avec la législation et la réglementation en vigueur, et est strictement contrôlée par l'administration publique et supervisée par des experts.

Réaménagement des sites

Le réaménagement des sites se fait dans le respect d'une procédure complexe de déclassement et d'assainissement des installations d'extraction et de traitement de l'uranium. Les projets de réaménagement des sites prévoient la réutilisation des machines de production d'uranium, des bâtiments, des techniques et des zones minières. Sur les sites de production d'uranium isolés (installations se trouvant en Bohême occidentale, par exemple), on procède très souvent à l'élimination des installations de production (y compris les bâtiments), ce qui entraîne une décontamination et une restauration biologique des sols. Si de nouvelles activités sont projetées dans d'anciennes installations de production (par exemple, l'usine de traitement chimique de Mydlovary, Stráz pod Ralskem, la mine Krizany mine, etc.), un processus d'assainissement et de déclassement intégral est mis en œuvre.

Activités réglementaires / Législation et réglementation nucléaires

Un ensemble complexe de textes législatifs et réglementaires visant l'exploitation, le déclassement et le réaménagement des installations d'extraction et de traitement est en vigueur et doit être observé dans la République tchèque. L'application de cette législation est soumise au contrôle de l'administration publique et à la supervision d'experts. Au début des années 90, la législation tchèque a été complétée et comprend d'importantes lois régissant la protection de l'environnement. Dans le cadre de ses préparatifs en vue de son entrée dans l'Union européenne, la République tchèque s'attache à adopter et à mettre en œuvre de façon rigoureuse le droit européen de l'environnement. Les activités en cours en matière d'environnement et de réaménagement sont déjà alignées sur les normes européennes communes.

Aspects sociaux

À la fin des années 80, le gouvernement a pris des décrets visant le programme de repli de la production d'uranium dans la République tchèque. La production a progressivement été ramenée à environ 20 % du chiffre de 1989, soit environ 500 t d'U par an. Environ 90 % des personnes employées dans le secteur de l'uranium ont été licenciés et les effectifs actuels sont de 3 000 environ. Le programme de réduction consiste à abaisser peu à peu la masse salariale et à mettre en place un plan compensatoire à l'intention du personnel de chaque centre de production. L'entreprise *DIAMO s.p.* s'est transformée en société d'ingénierie disposant des compétences appropriées en matière d'environnement. Le volet social du programme de repli est financé par l'État.

Dépenses liées aux activités en matière d'environnement et aux aspects sociaux
(millions de CZK)

Poste / Année	1998	1999	2000	2001*	Total 1998-2001
Déclassement, réaménagement, traitement des eaux, surveillance	1 037,7	891,0	873,0	1 099,2	3 900,9
Programme social et mesures connexes	422,9	442,2	476,5	490,0	1 831,6
Total	1 460,6	1 333,2	1 349,5	1 589,2	5 732,5

* Prévisions.

BESOINS EN URANIUM

En 1999 et 2000, les besoins en uranium ont été influencés par le démarrage des tranches 1 et 2 de la centrale nucléaire de Temelín, car la quantité d'uranium nécessaire pour le premier cœur est plus importante que celle des rechargements. En outre, des délais de conversion et de fabrication différents (selon les modalités des contrats en cours passés avec différents fournisseurs), ont contribué à rendre quelque peu variables les prévisions des besoins en uranium au cours de la période 2000-2005.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 632	2 544	3 456	3 456	3 472	3 456	3 472	3 456	3 472

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
772	512	605	680	690	680	690	680	690

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La société CEZ a.s. [*Ceske Energeticke Zavody*] achète des concentrés d'uranium au producteur national, l'entreprise *DIAMO s.p.*, sur la base de contrats à long terme.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

L'entreprise DIAMO s.p. détient le droit exclusif de prospecter, 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 déclassement et de réaménagement) 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. La stratégie adoptée par le gouvernement vise à parvenir à un équilibre entre la production d'uranium et les besoins en uranium des réacteurs nucléaires.

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.* (500 t d'U). La compagnie d'électricité *CEZ a.s.*, ne détient des stocks d'uranium que sous forme de combustible déjà fabriqué.

Ensemble des stocks d'uranium (t d'équivalent d'U naturel)

Détenteur	Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés	Stocks d'uranium enrichi	Stocks d'uranium appauvri	Stocks d'uranium retraité	Total
Secteur public	>2 000	0	0	0	>2 000
Producteur	500	0	0	0	500
Total	>2 500	0	0	0	>2 500

PRIX DE L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

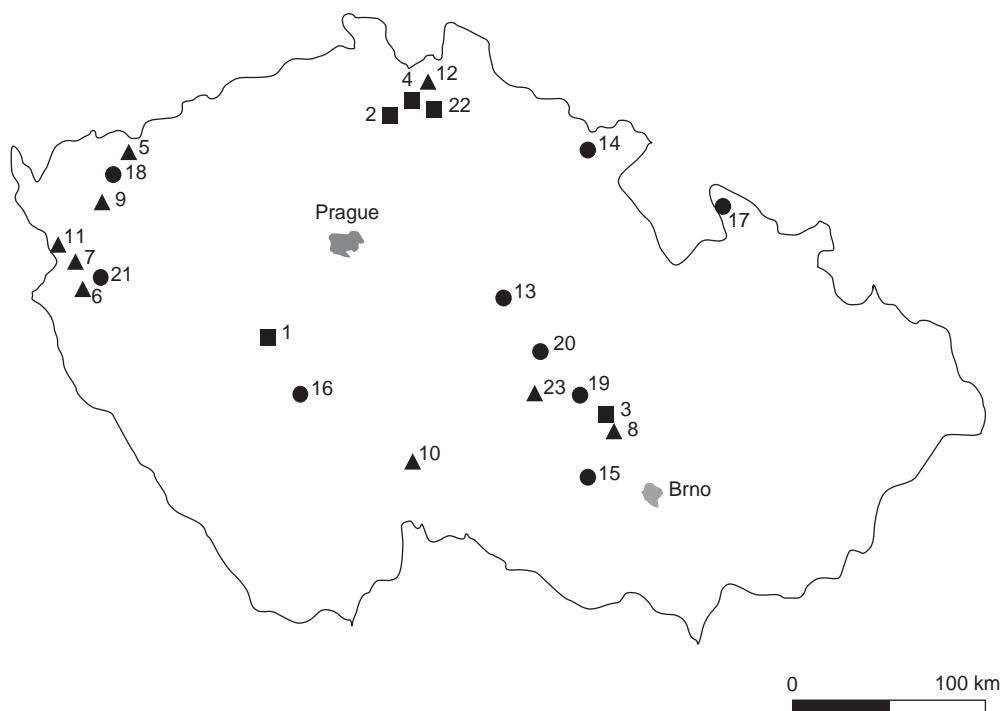
STOCKS D'URANIUM

La République tchèque ne conserve pas de stocks d'uranium.

PRIX DE L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

Gisements d'uranium en République tchèque



No	Gisement	Taille	État	Type	No	Gisement	Taille	État	Type
1.	Príbam	B	V	H	13.	Licomerice-Brezinka	S	V	H
2.	Stráz	B	C	S	14.	Vnitrosudetská pánev	S	V	S
3.	Rozna*	B	T	Z	15.	Jasenice	S	V	Z
4.	Hamr	B	V	S	16.	Predborice	S	V	H
5.	Jáchymov	M	V	H	17.	Javorník-Zálesí	S	V	H
6.	Vítkov	M	V	M	18.	Hájek	S	V	S
7.	Zadní Chodov	M	V	Z	19.	Slavkovice-Petrovice	S	V	H
8.	Olsí	M	V	Z	20.	Chotebor	S	V	H
9.	Horní Slavkov	M	V	H	21.	Svatá Anna	S	V	H
10.	Okrouhlá Radoun	M	V	Z	22.	Osecná-Kotel	B	P	S
11.	Dylen	M	V	Z	23.	Brzkov	M	P	H
12.	Brevniste	M	V	S					

Taille:

- B >10 000 tU
- ▲ M >1 000 tU et <10 000 tU
- S >100 tU et <1 000 tU

Type:

- H = gisements filoniens (filons « classiques »)
- Z = gisements filoniens (« zones »)
- M = gisements filoniens (métasomatiques)
- S = stratiformes du type lié aux grès
- * usine de traitement

État:

- V = épuisé
- C = fermé (extraction pendant le réaménagement)
- T = en exploitation
- P = exploitation prévue ou envisagée

• 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.

La production minière a débuté en 1952 sur les gisements de Bihor et de Ciudanovita, en 1962 sur celui d'Avram Iancu, et en 1983, sur ceux de Crucea et de Botusana. Des travaux d'extraction expérimentale ont été exécutés sur le gisement de Tulghes en 1998. D'autres gisements, notamment ceux de 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 Feldioara.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium

Les dépenses de prospection ont chuté de 90 % entre 1999 et 2000. Aucune dépense n'est prévue dans ce secteur en 2001.

Dépenses publiques de prospection et de mise en valeur de l'uranium et activités de forage

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses de prospection (milliers de ROL)	4 620 148	3 270 472	307 557	0
(millions d'USD)	0,54	0,21	0,015	0
Dépenses d'aménagement (milliers de ROL)	3 317 430	5 226 373	2 918 767	8 916 543
(millions d'USD)	0,39	0,34	0,14	0,35
Total (milliers de ROL)	7 937 578	8 496 845	3 226 342	8 916 543
Total (millions d'USD)	0,934	0,549	0,157	0,348
Sondages d'exploration exécutés par le secteur public (m)	3 521	1 390	70	0
Sondages de développement (m)	5 126	4 522	3 179	8 000
Total des sondages (m)	8 647	5 912	3 249	8 000

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Il est fait état de ressources classiques connues s'élevant à 9 233 t d'U au total et constituées par des minerais ayant une teneur moyenne de 0,11 % d'U. Ce chiffre comprend 4 547 t d'U entrant dans la catégorie des RRA et 4 686 t d'U entrant dans la catégorie des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U. Il n'est pas fait état de ressources entrant dans les tranches de coûts inférieures. Les ressources connues ont baissé de 6 324 t d'U par rapport au chiffre donné dans l'édition de 1999 du *Livre rouge*. Cette réduction découle de la fermeture de certaines mines roumaines entre 1998 et 2000, en raison de la situation économique et non par suite de l'épuisement des gisements.

Ressources raisonnablement assurées (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	4 547

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	4 686

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il est fait état de ressources non découvertes représentant 6 344 t d'U au total. Ce chiffre comprend 3 344 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 USD/kg d'U.

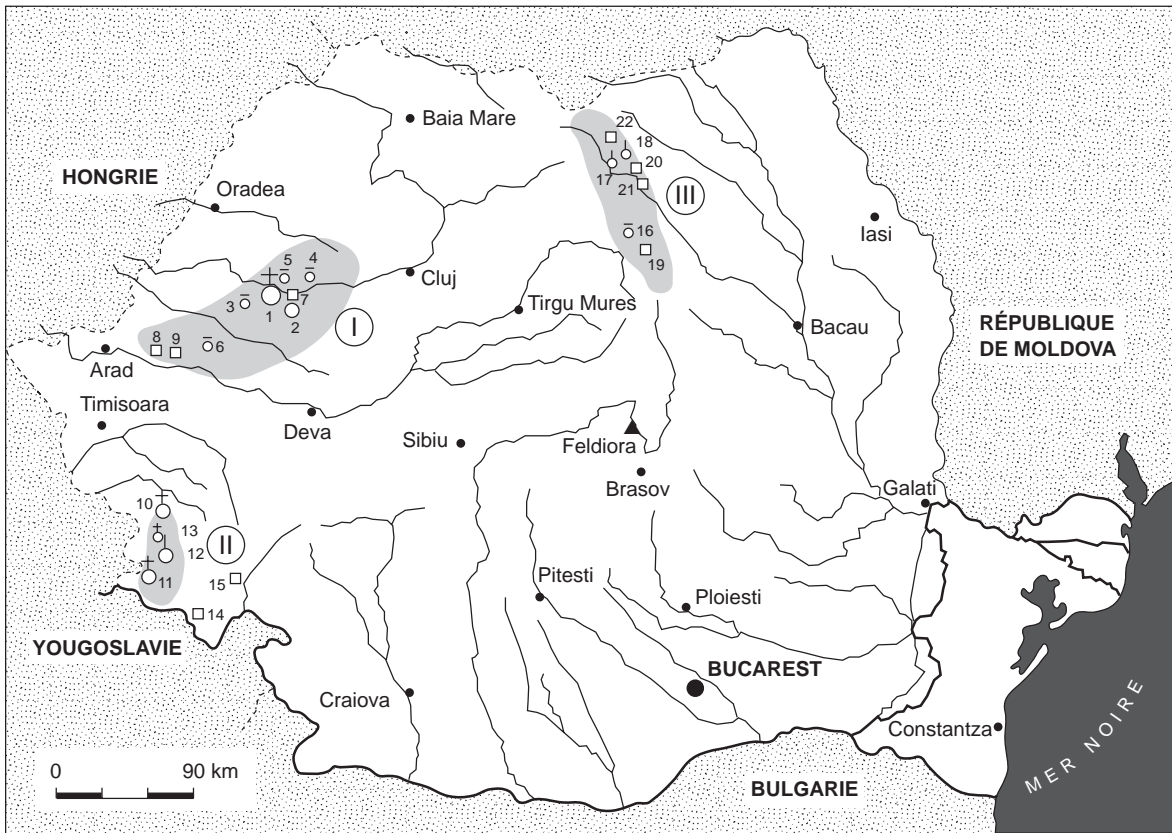
Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	3 344

Ressources spéculatives (t d'U)

Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
3 000	0	3 000

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

En Roumanie, les activités minières ont démarré en 1952 dans la mine à ciel ouvert de Bihor et dans la mine souterraine de Ciudanovita. Au cours de la période 1952-1962, le minerai d'uranium était directement exporté vers l'Union soviétique. Le minerai provenant du gisement à forte teneur de Bihor (1,13 à 1,26 %) était trié et expédié vers l'usine de traitement du minerai de Sillamäe, en Estonie. En 1962, les expéditions de minerai vers l'Union soviétique ont cessé et le minerai a été stocké sur le carreau des mines jusqu'en 1978.

L'usine de Feldioara a été mise en service en 1978, et depuis cette date le minerai précédemment stocké ainsi que le minerai nouvellement extrait ont été traités dans cette usine. En 1985, l'usine de Feldioara a été modifiée et comporte désormais une unité d'affinage capable de produire l'oxyde d'uranium qui sert à la fabrication du combustible destiné aux réacteurs roumains de la filière Candu.

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 Feldioara 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, qui permet d'obtenir par frittage des pastilles de combustible. Ce procédé est mis en œuvre dans l'atelier « R » de l'usine de Feldioara.

Une seconde unité de production était projetée à l'usine de Feldioara. 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 autre mine dans le secteur de Tulghes est actuellement à l'étude¹.

Évolution de la production d'uranium (t d'U)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Production des installations de traitement	17 422	132	89	86	17 729	85
Total	17 422	132	89	86	17 729	85

1. La Roumanie et l'AIEA ont entrepris un projet en coopération intitulé « Restructuration du secteur de l'uranium » ayant pour objectif principal d'introduire des techniques et des méthodes d'analyse économique modernes dans le secteur de l'extraction et du traitement du minerai d'uranium de la Roumanie.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

Nom du centre de production	usine de Feldioara alimentée par trois mines
Catégorie du 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 (ST, CO, LIS) • Tonnage (t de minerai/a) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	(trois mines) ST n.d. 90
Installation de traitement : • Type (ES/EI/LA) • Tonnage (t de minerai/a) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	Feldioara LPAL/EI 100 000 80
Capacité nominale de production (t d'U/a)	300
Projets d'agrandissement	suspendus

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, 3 300 en 1998 et 2 800 en 1999 et de 2 150 en 2000. Ils devraient continuer de baisser pour s'établir à 2 070 en 2001.

Effectifs des centres de production existants
(personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
3 300	2 800	2 150	2 070

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

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 (0,01 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 d'évaporation de l'usine de Feldioara ;
- les déchets de métaux et de bois contaminés par la radioactivité au cours de l'exploitation et du traitement des minéraux radioactifs ;
- le noyage contrôlé des mines souterraines du district de Banat ;
- les petits chantiers miniers dans d'anciennes zones de prospection de l'uranium où subsistent des galeries d'accès et des verses de stériles, voire parfois des décharges de minerai à faible teneur.

La fermeture de la mine de Ciudanovita dans le secteur des monts du Banat est en cours dans le cadre d'un projet pilote relevant du programme PHARE. Ce projet est patronné par la Commission européenne et est intitulé « Concepts correctifs pour les exploitations minières dans les PECO ». Avec la cessation de l'exploitation minière dans les mines souterraines du district des monts du Banat, le noyage contrôlé de ces mines marquera le début du processus de fermeture. Des études de faisabilité ont été entreprises en vue d'évaluer les techniques le mieux adaptées pour noyer les mines, protéger les eaux souterraines, décontaminer les eaux d'exhaure, démanteler les installations, stabiliser les décharges de stériles, recouvrir et réaménager les sites, ainsi que surveiller l'environnement.

Selon les estimations, il faudra 6 millions d'USD pour mener à bien les programmes de réaménagement des mines du secteur des monts du Banat. Il faudra 2 millions d'USD supplémentaires pour construire la station d'épuration des eaux d'exhaure et d'infiltration et pour mettre en œuvre le programme prévu de surveillance de l'environnement pendant 20 ans. Le manque de fonds a retardé l'exécution des travaux de réaménagement de la zone de Banat et des contributions étrangères seront sans doute nécessaires pour pouvoir lancer ces programmes comme prévu d'ici à 2002.

Des études d'évaluation des incidences sur l'environnement ont aussi été entreprises en ce qui concerne la plupart des autres sites d'extraction et de prospection en Roumanie, mais aucun important projet de remise en état n'est prévu actuellement à l'exception de celui visant la zone des monts du Banat.

BESOINS EN URANIUM

Le secteur roumain de la production d'uranium a pour objectif de couvrir les besoins en poudre d'UO₂ naturel de la centrale nucléaire de Cernavodă. Les niveaux annuels de production tiendront compte des besoins en uranium de la mise en service et de l'exploitation à Cernavodă d'une deuxième

tranche du même type que la première, à savoir un réacteur Candu. En ce qui concerne cette deuxième tranche, le Gouvernement roumain a déjà approuvé les modalités de financement et de coopération à long terme avec L'Énergie atomique du Canada Limité (EACL), la mise en service de la deuxième tranche étant prévue en 2005-2006. L'usine de Feldioara devra donc porter sa production annuelle à 200 t d'U au total à partir de 2010, sous forme de poudre d'UO₂ naturel d'une pureté nucléaire suffisante pour pouvoir être utilisée dans des réacteurs Candu. La construction et la mise en service d'une troisième et d'une quatrième tranche à la centrale de Cernavodă sont actuellement à l'étude. Les investisseurs étrangers joueront un rôle important dans le financement et l'exploitation de ces deux RELP de la filière Candu.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020

(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
650	650	650	1 300	1 950	1 300	1 950	1 950	2 600

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020

(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
100	100	100	200	300	200	300	300	400

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La stratégie actuelle en matière d'approvisionnement en uranium a pour objectif de satisfaire les besoins des réacteurs nucléaires roumains de la filière Candu grâce à la production nationale. Les plans actuels prévoient d'augmenter la production annuelle d'UO₂ naturel (de qualité réacteur) afin d'approvisionner l'usine de combustible nucléaire dénommée FCN-PITESTI (qui est le fournisseur de pastilles et de barreaux de combustible destinés à la centrale de Cernavodă). Il n'est pas prévu d'exporter de l'UO₂ naturel sous forme de poudre ou de concentrés chimiques. Toutefois, la Compagnie nationale de l'uranium [*Compania Nationala a Uraniului S.A. – CNU SA*] dispose actuellement d'une capacité de traitement excédentaire pour l'affinage de l'uranium naturel à partir de concentrés chimiques, de sorte qu'elle peut offrir ses services à d'éventuels clients étrangers dans ce domaine. Aucun contrat visant de tels services n'a cependant été conclu présentement avec une quelconque société étrangère.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Toutes les activités liées à l'uranium en Roumanie sont régies par la Loi sur les mines et sont placées sous la tutelle de l'organisme gouvernemental chargé des 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 roumaine 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 stocks d'uranium.

PRIX DE L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

• Royaume-Uni •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

À la fin 19^{ème} siècle, des quantités minimales d'uranium ont été extraites de mines de Cornouailles, parallèlement à l'extraction d'autres minéraux, en particulier l'étain. Des campagnes systématiques de prospection ont été menées de 1945 à 1951, de 1957 à 1960, puis de 1968 à 1982, mais elles n'ont pas permis de localiser des ressources notables en uranium.

Activités récentes et en cours

Les activités de prospection à l'étranger 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 Rio Tinto, par exemple).

Le secteur privé ne fait état d'aucune dépense de prospection sur le territoire national de 1988 à la fin de 2000 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. Depuis 1983, toute activité nationale de prospection a cessé.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les Ressources raisonnablement assurées (RRA) et les Ressources supplémentaires estimées-Catégorie I (RSE-I) du Royaume-Uni sont pour l'essentiel inexistantes.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il existe de petites quantités *in situ* relevant des Ressources supplémentaires estimées-Catégorie II (RSE-II) et des Ressources spéculatives (RS). On estime que deux districts renferment des ressources en uranium :

Région métallifère et minière du sud-ouest de l'Angleterre (Cornouailles et Devon)

L'uranium se présente sous forme de filons et de stockwerks, souvent en association avec de l'étain et d'autres métaux, renfermés dans des métasédiments et des roches volcaniques datant du Dévonien et en bordure de granites uranifères hercyniens. La minéralisation présente localement des teneurs moyennes (0,2 à 1 % d'U), mais sa répartition est sporadique. Les ressources renfermées dans chacune des zones d'intérêt peuvent atteindre plusieurs centaines de tonnes d'U.

Écosse septentrionale, y compris l'archipel des Orcades

Les roches métamorphiques datant du Précambrien du nord de l'Écosse, contenant des granites intrusifs calédoniens, sont recouvertes par une série de sédiments fluviatiles et lacustres post-orogéniques datant du Dévonien. L'uranium se présente dans des sédiments phosphatiques et carbonés disséminés dans des grès arkosiques (Ousdale) ou encore dans des failles à la fois à l'intérieur des sédiments (Stromness) et dans des granites sous-jacents (Helmsdale). Il est fait état de ressources représentant quelques milliers de tonnes d'U dont la teneur moyenne est inférieure à 0,1 % d'U.

Aucune réévaluation géologique des ressources en uranium du Royaume-Uni n'a été réalisée depuis 1980 et cette estimation initiale a servi de base à toutes les contributions présentées ultérieurement.

PRODUCTION D'URANIUM

État de la capacité théorique de production

Le Royaume-Uni ne produit pas d'uranium. Bien qu'il ait été fait état d'un réenrichissement d'uranium appauvri en 1999 et 2000, les informations y afférentes sont confidentielles pour des raisons commerciales.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

BESOINS EN URANIUM

En 2000, les centrales nucléaires du Royaume-Uni ont produit plus de 78,3 TWh contre 87,7 TWh en 1999. Ce chiffre représentait 22 % de la production totale d'électricité du Royaume-Uni en 2000 (contre 25,5 % en 1999).

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, pour le compte de ses clients, de combustible à partir d'un mélange d'oxydes de plutonium et d'uranium. La SMP a été mise en service pour traiter l'uranium au cours de l'été 2000 et, au milieu de 2001, n'attendait plus que l'autorisation finale des pouvoirs publics pour démarrer la production.

En mai 2000, la BNFL a rendu publique sa stratégie visant la durée de vie de son parc de centrales de type magnox. Cette stratégie comporte un programme d'abandon progressif de la production d'électricité, et a été annoncée suffisamment de temps à l'avance pour permettre à la BNFL de préciser son plan d'entreprise et aux parties prenantes de lever les incertitudes concernant leur avenir. Cela signifie donc que l'usine de retraitement du combustible des réacteurs magnox (B205) de Sellafield fermera dès que la totalité du combustible aura été retraitée, soit probablement vers 2012.

La société *Urenco*, organisme qui regroupe des intérêts britanniques, néerlandais et allemands, exploite une usine d'enrichissement de l'uranium utilisant le procédé par centrifugation dans chacun de ces trois pays et fournit des services d'enrichissement de l'uranium aux exploitants de centrales nucléaires du monde entier. Les parts britanniques sont détenues par la BNFL. Au début de 2000, les gouvernements des Pays-Bas et de l'Allemagne ont annoncé leur intention de vendre leurs parts dans la société Urenco et un certain nombre de sociétés se sont déclarées intéressées. Parallèlement à ses engagements commerciaux de plus en plus importants, la société Urenco a continué de développer sa capacité d'enrichissement qui a atteint, pour les trois usines, un total de 4 000 t de travail de séparation (tTS) en 2000.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020

(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
12 490	12 490*	12 490	10 000		7 000		4 000	

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020

(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 250	2 250*	2 400	1 850		1 139		750*	

* Estimation du Secrétariat.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La politique du gouvernement a pour objectif principal d'assurer des approvisionnements en énergie qui soient sûrs, diversifiés et durables à des prix compétitifs. Dans le Livre blanc sur les sources énergétiques, publié le 8 octobre 1998, il est noté que les centrales nucléaires apportent une contribution précieuse à la diversité des approvisionnements et à la réduction des rejets. Le gouvernement estime que les centrales nucléaires existantes ne devraient continuer à produire de l'électricité et à réduire les rejets que si elles peuvent le faire en conformité avec les normes élevées en matière de sûreté et de protection de l'environnement actuellement appliquées. Le Livre blanc a également observé que la part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité devrait diminuer au cours des premières décennies du 21^{ème} siècle à mesure que les centrales existantes seront mises hors service.

Comme c'est le cas pour les autres formes de production d'électricité au Royaume-Uni, il appartient au marché de prendre l'initiative de projets visant la mise en place d'une nouvelle puissance installée. Pour le moment, il n'est pas projeté de construire de nouvelles centrales nucléaires.

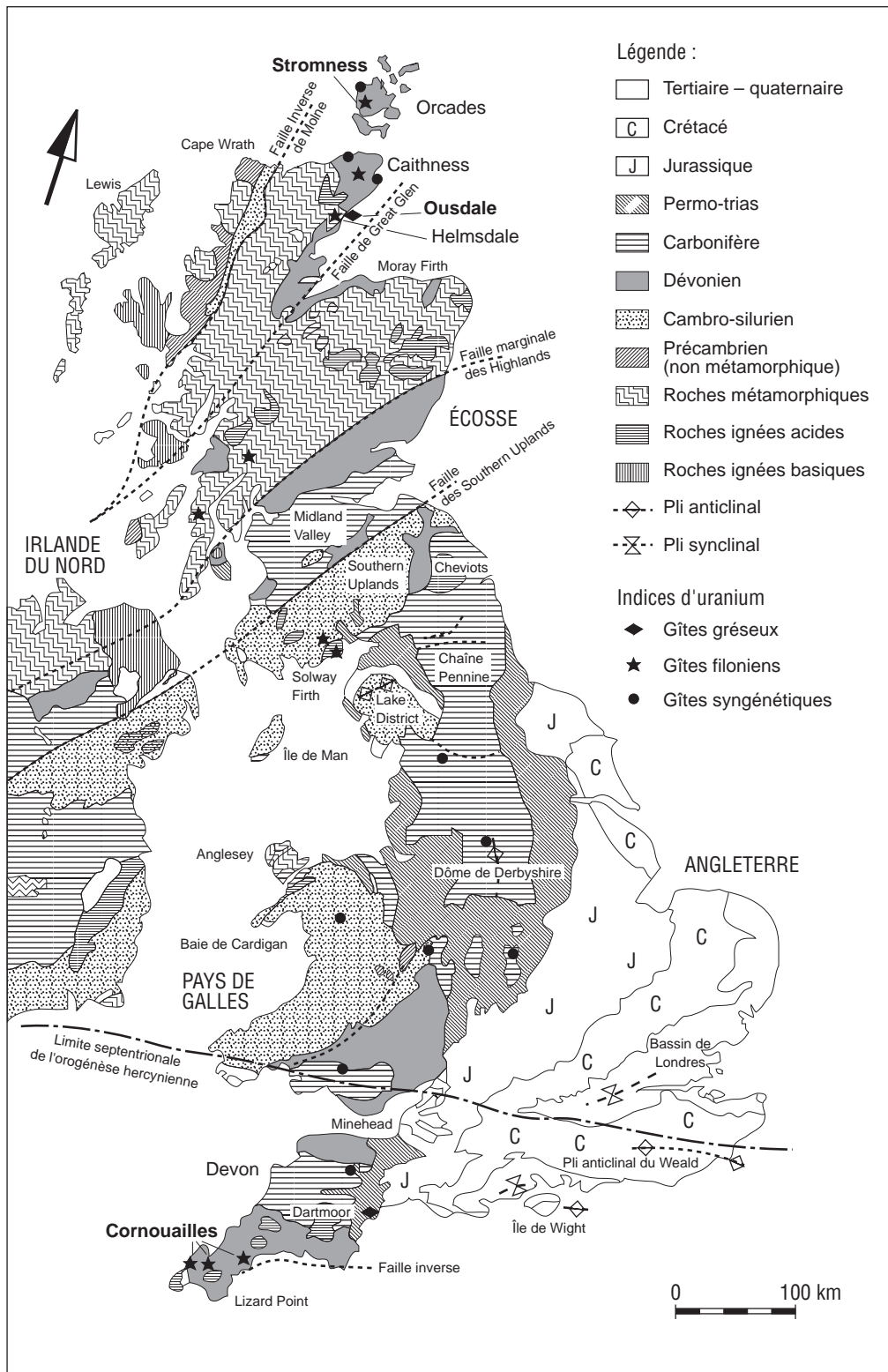
La société *British Nuclear Fuels plc* (BNFL) est une société anonyme faisant appel à l'épargne publique, qui est contrôlé à 100 % par le Gouvernement du Royaume-Uni. Conformément à l'engagement pris par le gouvernement d'accorder une plus grande liberté commerciale aux organismes commerciaux relevant du secteur public, il est envisagé d'introduire un partenariat public-privé (PPP) au sein de la BNFL, sous réserve des progrès d'ensemble de la société dans la voie de la réalisation d'une série d'objectifs en matière de sûreté, de santé, d'environnement et de résultats économiques. En mars 2000, le Gouvernement a annoncé que l'introduction d'un PPP à la BNFL n'interviendrait pas avant le second semestre de 2002.

En avril 2000, le Ministère de l'industrie et du commerce [*Department of Trade and Industry*] a entamé une consultation entièrement libre visant les solutions proposées pour la gestion future des combustibles du Réacteur rapide prototype de Dounreay, à savoir :

- remplacer le dissolvant et mettre à niveau les installations connexes de manière à pouvoir retraiter les combustibles comme prévu au départ ;
- retraiter la majeure partie des combustibles dans l'Usine de retraitement du combustible sous forme d'oxyde pour réacteurs thermiques [*Thermal Oxide Reprocessing Plant – THORP*] de Sellafield, et le reste à Dounreay (ou ailleurs), en stockant les matières récupérées à Sellafield ;
- convertir les combustibles sous une forme se prêtant à un stockage à long terme à Dounreay.

Toutes ces options sont conformes à la décision que le Gouvernement a prise en juin 1998 de ne plus autoriser de nouveaux contrats commerciaux de retraitement à Dounreay.

Indices d'uranium au Royaume-Uni



POLITIQUE NATIONALES RELATIVE 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 pays, 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'existe 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 non plus 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

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 les débuts 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 subdivisent en quatre groupes :

* Le présent exposé se fonde sur l'édition de 1999 du *Livre rouge* et sur les estimations du Secrétariat.

- Le district de Streltsovsk, qui renferme 19 gisements d'uranium et de molybdène du type volcanique, structurellement contrôlés, situés à l'intérieur et en bordure d'une caldeira. Ce district est exploité par le centre de production d'uranium de Priargoun.
- Les districts du 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 USD/kg d'U. Certains de ces gisements se prêtent à une exploitation par des techniques de lixiviation *in situ* (LIS) et leur 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 au réaménagement.
- 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 USD/kg d'U. Aux prix actuels du marché, ils ne sont pas économiquement exploitables.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium

Au cours des cinq dernières années, les activités de prospection menées dans la Fédération de Russie ont surtout été axées sur des gisements liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées et sur des gisements liés à des discordances.

Les travaux de prospection visant les gisements renfermés dans des grès se sont poursuivis dans les districts du Trans-Oural, du Vitim et de Sibérie occidentale. Dans le district uranifère du Trans-Oural qui est situé dans la région de Kourgan, une installation pilote de production par LIS a été mise en service sur le site du gisement de Dalmatovo. En outre, les activités de prospection se sont poursuivies sur le gisement de Khokhlovsk qui est en cours d'évaluation en vue d'une extraction par LIS. D'après les premières estimations, les RSE-II correspondant à ce gisement s'élèvent à 10 000 t d'U.

Le district du Vitim est situé dans la République autonome de Bouriatie, à l'est du lac Baïkal. 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. On procède actuellement à l'évaluation des ressources potentielles et de la possibilité d'exploiter par LIS le gisement de Cheglovsk. De même, l'évaluation des ressources potentielles et de la possibilité d'exploitation par LIS du gisement de Khiagda a été entreprise.

Le district de Sibérie occidentale se trouve dans les régions de Kemerovo et de Novossibirsk. Des sondages détaillés suivant un réseau à mailles de 100-25 m sur 400-200 m ont été effectués dans la section centrale du gisement de Malinovsk. L'ensemble des ressources qu'il renferme est estimé à 15 000 t d'U.

Les travaux de prospection visant les gisements liés à des discordances ont été axés sur la zone de Ladoga, située à l'intérieur du Bouclier baltique dans le nord-ouest du pays, où les sondages dans le secteur de l'indice de Karkhou ont traversé des couches minces de minéralisation uranifère à forte teneur dans un contexte géologique semblable à celui du bassin de l'Athabasca, au Canada. Les travaux de prospection se poursuivent dans le secteur de l'indice de Karkhou. Une minéralisation liée à une discordance a aussi été découverte dans le Bouclier d'Aldan et celui de l'Anabara.

Au cours des trois dernières années, les dépenses annuelles de prospection de l'uranium dans la Fédération de Russie ont été d'environ 8 millions d'USD. Toutes les activités de prospection de l'uranium dans le pays ont été menées par l'entreprise d'État *Geologorazvedka*, qui a été réorganisée pour devenir le Service central de géologie. Le financement des travaux de prospection du secteur privé a été assuré par le Ministère de l'énergie atomique de Russie (Minatom). Les activités de prospection et de mise en valeur ont été axées sur des gisements se trouvant à l'intérieur des districts uranifères connus. Les dépenses de prospection du secteur public, financés par le Ministère des ressources naturelles, ont privilégié la découverte de nouveaux gisements. Aucune dépense de prospection n'a été engagée hors de la Fédération de Russie au cours de la période 1999-2000.

Dépenses de prospection de l'uranium

	1998	1999	2000*	2001* (prévisions)
Dépenses du secteur privé (milliers de RUB)	26 700	130 000	n.d.	n.d.
Dépenses du secteur public (milliers de RUB)	26 600	36 000	n.d.	n.d.
Dépenses totales (milliers de RUB)	53 300	166 000	226 000	223 000
Dépenses totales (millions d'USD)	8,65	6,87	7,99	8,01

* Estimation du Secrétariat.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les RRA et les RSE-I n'ont pas été évaluées dans la Fédération de Russie au cours des cinq dernières années et aucun changement majeur n'est intervenu dans ces catégories depuis deux ans. Par rapport aux éditions précédentes, on signale toutefois de légères modifications imputables notamment à des ajustements destinés à tenir compte de la production. Les ressources connues sont pour la plupart liées aux gisements du district uranifère de Streltsovsk qui constituent la base de ressources du centre de production de Priargoun. Les estimations tiennent compte de l'épuisement des gisements dû à la production de Priargoun.

En plus des ressources connues du district de Streltsovsk, quelque 10 200 t d'U entrant dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U sont liées au gisement de Dalmatovo, situé dans le district du Trans-Oural. Bien que certaines estimations aient identifié des ressources supplémentaires dans la catégorie des RRA et RSE-I entrant dans la tranche de coût inférieure ou égale à 80 USD/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, par exemple, les ressources du gisement de Khiagda qui 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, ne sont pas comptabilisées dans ces totaux. De même, dans le district du Trans-Oural, des ressources qui représentent 7 700 t d'U dans la catégorie des RSE-I (gisement de Dobrovol) et 7 500 t d'U dans la catégorie des RSE-II (gisement de Khokhlovsk) n'ont pas été incluses dans les ressources totales indiquées.

Ressources raisonnablement assurées*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD /kg d'U	<80 USD /kg d'U	<130 USD /kg d'U
63 000	138 000	n.d.

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*
(t d'U)

Tranches de coût		
< 40 USD /kg d'U	< 80 USD /kg d'U	< 130 USD /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 ou égaux à 80 USD/kg d'U a été achevée en 1998. Ces ressources sont pour la plupart (92 %) renfermées dans deux types de gisements :

- 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) ;
- les gisements et les indices du type lié à des discordances, qui sont situés dans le Bouclier baltique (République de Carélie) et dans la partie sud-est du Bouclier d'Aldan (Iakoutie).

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*
(t d'U)

Tranches de coût	
<80 USD /kg d'U	<130 USD /kg d'U
56 300	104 500

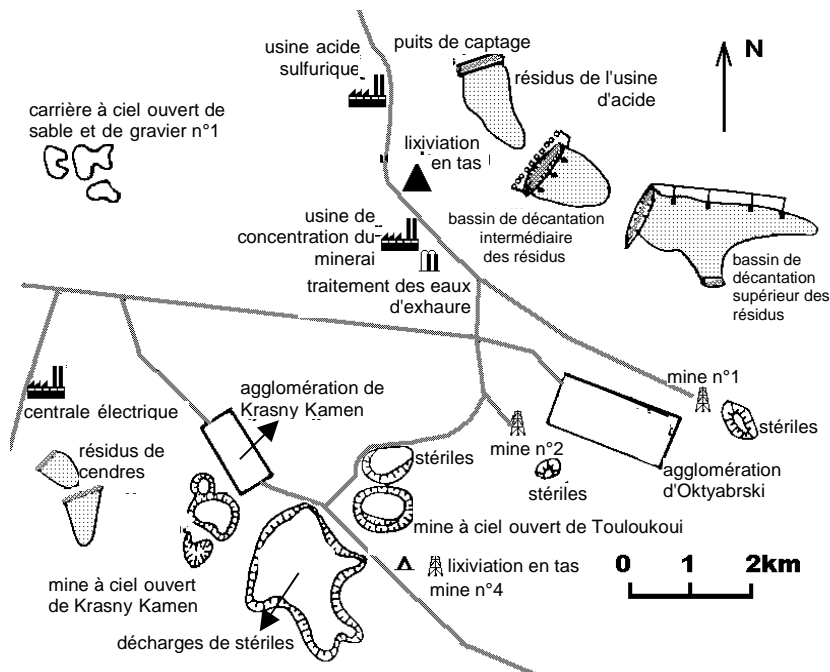
* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources spéculatives *
(t d'U)

Tranches de coût		
<80 USD /kg d'U	Non spécifiée	Total
550 000	450 000	1 000 000

* S'agissant de ressources *in situ*.

Unités d'exploitation de Priargoun



PRODUCTION D'URANIUM

Historique

À la fin de 2000, la production cumulée de la Fédération de Russie s'élevait à 114 023 t d'U au total, ce qui fait de ce pays le cinquième plus grand producteur d'uranium au monde sur la base de la production passée.

La première organisation productrice d'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 ou district de Stavropol. Ce district comprend les gisements de type filonien de Bechtaou et de Byk qui sont maintenant épuisés. À l'origine, ils représentaient des ressources s'élevant à 5 300 t d'U au total et ayant une teneur moyenne de 0,1 % d'U. Elles 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 aussi par lixiviation en place (en gradins) et en tas. À 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 à partir des gisements locaux 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 diverses techniques de lixiviation.

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 trois mines souterraines, (les mines N°1 et 2 étant toujours en service et la mine N°4 étant fermée). 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 associant l'échange d'ions et l'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.

Plus de 100 000 t d'U ont été produites par le Complexe de Priargoun à partir des gisements de Streltsovsk, ce qui en fait l'un des principaux districts mondiaux de production d'uranium.

État de la capacité théorique de production

La production annuelle moyenne du Complexe minier et chimique de Priargoun varie entre 2 500 et 3 000 t d'U et il est prévu de la maintenir à ce niveau au cours des dix prochaines années. Il existe actuellement deux mines souterraines en exploitation. La quasi-totalité de la production de Priargoun est obtenue à l'aide de techniques minières classiques, encore que de faibles quantités soient 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.

Évolution de la production d'uranium* (t d'U)

Méthode de production	Avant 1998	1998	1999	2000	Total avant 2001	2001 (prévisions)
Exploitation à ciel ouvert	38 655	0	0	0	38 655	0
Exploitation en souterrain	63 682	2 470	2 500	2 600	71 252	2 700
Lixiviation <i>in situ</i>	3 186**	0	0	50	3 236	100
Lixiviation en place	170	20	10	10	210	10
Lixiviation en tas	430	40	100	100	670	100
Total	106 123	2 530	2 610	2 760	114 023	2 910

* Estimation du Secrétariat.

** Y compris la production par lixiviation en place et en tas dans le district de Stavropol jusqu'à la fin de 1990.

Aux cadences actuelles de production, les RRA renfermées dans les gisements de Streltsovsk permettent de satisfaire les besoins prévus pour plus des 20 prochaines années. On projette de mettre en exploitation de nouvelles mines après 2010. Le recours au procédé de lixiviation en place (LEP) en souterrain sera développé dans le cas des zones où la teneur du minerai est faible au cours des cinq prochaines années.

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.

Emploi dans le secteur de l'uranium

En 2000, le Complexe minier et chimique de Priargoun employait environ 12 500 personnes, soit une baisse des effectifs de 300 personnes par rapport à 1998. Moins de la moitié du personnel était affectée à la production d'uranium, le reste travaillait dans des installations connexes ne traitant pas d'uranium, comme une centrale électrique, une mine de charbon et son usine de traitement, des mines à ciel ouvert de manganèse et des carrières de sable, une usine d'acide sulfurique, etc.

Effectifs des centres de production existants (personnes-ans)

1998	1999	2000	2001 (prévisions)
12 800	12 700	12 500	12 300

Centres de production futurs

Afin d'accroître la production d'uranium dans la Fédération de Russie, il est prévu de mettre en service trois nouvelles installations de production par LIS au cours des cinq à dix prochaines années :

- Dans le district du Trans-Oural, un centre de production est commandé. L'aménagement du premier champ de puits pour exploitation industrielle par LIS à l'échelle pilote a été entrepris sur le gisement de Dalmatovo en 2000 par la société anonyme « Dalour ». Initialement fixée à 100 t d'U par an, la production annuelle devrait être portée à 700 t d'U d'ici cinq à sept ans. Un essai pilote de LIS portant sur deux puits a été réalisé sur le gisement de Khokhlovsk au milieu de 2000 et l'évaluation de ce gisement est en cours. Des essais de LIS sont aussi projetés dans ce cas du gisement de Dobrovol.
- Dans le district du Vitim, la société anonyme Khiagda a entrepris des travaux expérimentaux de LIS sur le gisement de Khiagda et quelques tonnes d'uranium ont été récupérées à l'usine pilote locale de traitement. Les études de faisabilité visant le gisement de Khiagda se poursuivront au cours des deux prochaines années.

Capacité théorique de production à court terme (t d'U/a)

2001				2002				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
3 000	3 100	3 000	3 100	3 000	3 200	3 000	3 200	3 000	4 000	3 000	4 000

2010				2015				2020			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
3 000	5 000	3 000	5 000	3 000	5 000	3 000	5 000	3 000	5 000	3 000	5 000

Précisions techniques concernant les centre de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

	Centre N°1	Centre N°2	Centre N°3
Dénomination du centre de production	complexe minier et chimique de Priargoun	Société anonyme « Dalour »	Société anonyme « Khiagda »
Catégorie de centre de production	existant	prévu	prévu
Date de mise en service	1968	2002	2005
Source de minerai : • Nom des gisements • Type(s) de gisement	Antei, Streltsovsk, Oktyabrsk, etc. volcanique, filonien (stockwerk)	Dalmatovo (District du Trans-Oural) liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées	Khiagda (District du Vitim) liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées
Exploitation minière : • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST, LEP, LET 6 700 97	LIS n.d. n.d	LIS n.d. n.d
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (t de minerai/j) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA, EI, ES 4 700 95	LA, EI n.d. n.d	LA, EI n.d. n.d
Capacité nominale de production (t d'U/a)	3 500	700	à l'étude
Projets d'agrandissement	traitement des minerais à faible teneur par LEP et LET	gisements de Khokhlovsk et de Dobrovol	gisement de Cheglovsk

DEMANDE D'URANIUM

La Fédération de Russie compte actuellement 29 tranches de réacteurs de puissance qui sont en service dans neuf centrales nucléaires représentant une puissance installée brute totale 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 de surgénérateur rapide BN-600. En 2000, les centrales nucléaires russes ont produit 130,6 TWh. Ce chiffre représente 14,9 % de la production totale d'électricité du pays, soit une légère augmentation par rapport aux 14,41 % enregistrés en 1999. Il est prévu d'atteindre 220 TWh en 2010 et 350 TWh en 2020.

Les besoins annuels en uranium des centrales nucléaires russes s'élèvent à environ 4 000 t d'U au total.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
21 242	21 242	26 000	21 242	36 000	17 500	46 000	17 500	57 000

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
4 000	4 000	5 000	4 000	6 500	3 000	8 000	3 000	10 000

La Fédération de Russie ne fait état d'aucune information sur la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium et le prix de l'uranium.

• Slovénie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de la zone de Zirovski vrh a débuté en 1961. En 1968, on a aménagé le tunnel P-10 donnant accès au corps minéralisé. L'exploitation minière a démarré à Zirovski vrh 1982. La production de concentré d'uranium (sous forme de yellow-cake) a commencé en 1985.

Activités récentes et en cours

L'affectation de fonds à la prospection a pris fin en 1990. Il n'y a pas d'activités récentes ou en cours relatives à la prospection de l'uranium en Slovénie.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

L'évaluation la plus récente du gisement exécutée par le personnel de la mine d'uranium de Zirovski vrh remonte à 1994. Les RRA estimées à 2 200 t d'U sont constituées par un minerai d'une teneur moyenne de 0,14 % d'U. Ces ressources sont récupérables à un coût inférieur à 80 USD/kg d'U. Il est fait état de RSE-I représentant 5 000t d'U dans la tranche de coût inférieur à 80 USD/kg d'U et 10 000t d'U dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U. La teneur moyenne de ces ressources est de 0,13 % d'U. Il s'agit de ressources récupérables déduction faite des pertes en cours d'extraction (35 %) et de traitement (10 %).

Le gisement est renfermé dans des grès gris de la formation de Groeden datant du Permien. Les corps minéralisés se présentent sous forme de chapelets de lentilles allongées au sein des grès plissés.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	2 200	2 200

* S'agissant de ressources récupérables renfermées dans le gisement de Zirovski vrh.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	5 000	10 000

* S'agissant de ressources récupérables.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et SR)

Les estimations de ressources de 1994 comprennent 1 060 t d'U entrant dans la catégorie des RSE-II récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U. Elles sont données comme étant des ressources récupérables, déduction faite des pertes en cours d'extraction et de traitement qui s'élèvent respectivement à 35 % et 10 %.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	1 060

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La mine d'uranium de Zirovski vrh, située à 20 km au sud-ouest de Škofja Loka, a été le seul centre de production d'uranium en Slovénie.

La production de minerai dans la mine de Zirovski vrh a démarré en 1982. L'usine de traitement du minerai, située sur le carreau de la mine, a été mise en service en 1984 afin de traiter le minerai stocké auparavant. La capacité théorique de production annuelle de l'usine était de 102 t d'U. Le minerai a été extrait à l'aide de méthodes classiques d'exploitation souterraine, avec galerie de roulage et puits d'aération. Le minerai se présente sous la forme de nombreux corps minéralisés de petites dimensions, renfermés dans un grès à grain grossier. Il a fait l'objet d'une extraction sélective à l'aide de méthodes d'exploitation par chambre et piliers, ainsi que par tranches montantes remblayées. En 1990, l'exploitation a été arrêtée et les installations ont été provisoirement mise en réserve. La production cumulée du complexe minier et métallurgique de Zirovski vrh a atteint au total 382 t d'U.

État de la capacité théorique de production

En 1992, la décision a été prise de fermer définitivement la mine et l'usine de Zirovski vrh et de procéder ultérieurement à leur déclassement. Depuis cette date, il n'y a pas eu de production à partir de ce centre. En 1994, les autorités gouvernementales de la Slovénie ont donné leur aval au plan de déclassement du centre.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Aucun changement n'est intervenu dans la structure de la propriété depuis 1988. Le centre de production de Zirovski vrh appartient à la République de Slovénie.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Le plan de déclassement du centre de production de Zirovski vrh prévoit les mesures suivantes :

- protection permanente de la biosphère contre les conséquences de l'exploitation minière. Il s'agit notamment d'une protection permanente des couches superficielles contre les glissements et l'affaissement, du scellement du puits et des galeries pour empêcher la pénétration d'eau de ruissellement, du scellement étanche à l'air du puits et des galeries, de même que de dispositions visant à assurer l'écoulement sans obstruction des eaux d'exhaure ;
- remise en état définitive du site de l'usine de traitement du minerai, prévue de manière à permettre la réutilisation des installations subsistantes à d'autres fins industrielles ;
- réaménagement durable des zones occupées par les déblais miniers et les résidus de traitement. Il s'agit notamment de stabiliser les sites d'évacuation, y compris d'empêcher l'infiltration d'eau de pluie et de prévenir l'érosion. D'autres mesures sont également prises afin d'empêcher la dissolution et le transport de produits chimiques dangereux vers les eaux souterraines et superficielles, et pour maîtriser la contamination par le radon.

Le réaménagement du site de la mine de Zirovski vrh devrait être achevé d'ici à 2005. L'usine de traitement du minerai a été démantelée. Les matériaux ainsi engendrés ont fait l'objet de contrôles de la radioactivité et ont été soit évacués sur le site de la décharge de résidus miniers de Jazbec, soit réutilisés, ou encore recyclés.

BESOINS EN URANIUM

À court terme, la puissance nucléaire installée de la Slovénie est constituée d'un seul REP, la centrale de Krsko, qui est entrée en exploitation industrielle en janvier 1983. Ce réacteur a été rénové en 2000 et sa puissance a été portée de 632 à 672 MWe. La centrale de Krsko appartient à part égale à la Slovénie et à la Croatie. Le Secrétariat estime que la puissance nucléaire installée sera maintenue à 672 MWe jusqu'en 2020. Les besoins annuels en uranium de ce réacteur sont estimés à 120 t d'U.

Un moratoire a été décrété à l'encontre de la construction en Slovénie d'autres centrales nucléaires.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020

(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
672	672	672*	672*	672*	672*	672*	672*	672*

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020

(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
120	120	120*	120*	120*	120*	120*	120*	120*

* Estimation du Secrétariat.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La compagnie propriétaire et exploitante de la centrale de Krsko importera l'uranium nécessaire pour couvrir les besoins futurs de cette centrale.

La Slovénie ne fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• Suède •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Des 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 modiques 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 et 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 récentes et en cours de prospection et de mise en valeur des mines

Aucune activité de prospection ou d'extraction de l'uranium n'est en cours en Suède.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

En Suède, il existe des ressources peu abondantes dans des roches granitiques (gîtes filoniens).

Ressources raisonnablement assurées

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	4 000

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	6 000

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'est fait état d'aucune RSE-II ou RS en Suède.

Ressources non classiques

Les schistes alumineux pourraient renfermer d'importantes ressources en uranium. Toutefois, la teneur de ces gisements est très faible et le coût de récupération serait supérieur à 130 USD/kg d'U.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Au cours des années 60, 200 t d'U au total ont été produites à partir du gisement de schistes alumineux de Ranstad, tonnage qui représente la totalité de la production de la Suède par le passé. Ce site minier est en cours de réaménagement 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.

Propriété et emploi dans le secteur de l'uranium et centres de production futurs

La Suède n'a pas de secteur de l'uranium. Il n'existe pas de plans de production future.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS**

La mine de Ranstad a été réaménagée 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.

Le réaménagement de la mine de Ranstad a coûté la somme totale de 150 millions de SEK. Le programme actuel de surveillance ne représente que des dépenses minimales.

BESOINS EN URANIUM

En 1999, l'un des 12 réacteurs nucléaires de puissance de la Suède, Barsebäck 1, a été mis hors service par suite d'une décision politique. La tranche 2 de centrale de Barsebäck doit aussi être fermée, mais aucune date n'a encore été fixée.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
9 400	9 400	9 400	8 800	9 400	8 800	9 400	8 800	9 400

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 500	1 500	1 500	1 400	1 600	1 400	1 600	1 400	1 600

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Les compagnies d'électricité sont libres de négocier leurs propres achats.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE 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 antérieure 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 million de CHF de 1980 à 1984. En 1980 et 1981, environ 1 000 km de galeries de recherche ont été creusées 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 mené des activités de prospection d'extraction et de traitement de l'uranium dans l'ouest des États-Unis de 1983 à 1995.

RESSOURCES EN URANIUM

Il n'est fait état d'aucune ressource en uranium en Suisse.

URANIUM PRODUCTION

État de la capacité théorique de production, structure de la propriété et emploi dans le secteur de l'uranium

La Suisse n'est pas productrice d'uranium.

Centres de production futurs

Aucun futur centre de production n'est envisagé en Suisse à court terme.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

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 2000, la puissance nucléaire installée nette s'élevait au total à environ 3 200 MWe.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
3 200	3 200	3 200	3 200	3 200	2 115	3 200	2 115	3 200

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
360	375	265	585	585	390	585	390	585

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La Suisse a indiqué que ses approvisionnements en uranium sont actuellement assurés par une combinaison de contrats à long terme et de contrats sur le marché spot.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La Suisse ne produit pas d'uranium et n'en exporte pas. Elle n'a pas de politique officielle visant les importations, car les sociétés privées prennent entièrement leurs achats en charge.

STOCKS D'URANIUM

Les sociétés qui exploitent des centrales nucléaires ont pour règle de maintenir un stock d'assemblages combustibles neufs sur le site des réacteurs qui correspond aux besoins de ces réacteurs pendant une à deux années. En Suisse, les seuls stocks d'uranium qui existent sont détenus par les compagnies d'électricité. Aucune information détaillée n'est disponible concernant les stocks d'uranium de ces compagnies.

PRIX DE L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

• Tadjikistan* •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET AMÉNAGEMENT DES MINES

Historique

Au Tadjikistan, les premiers indices uranifères ont été signalés dans les années 20 lorsque de l'uranium a été découvert dans la chaîne montagneuse de Kouramine située à l'est du massif du Tien-Chan. Le gisement de Tabochary, qui se trouve à environ 40 km au nord de Khodjent (ex-Leninabad) a été découvert en 1925. Il a été d'abord exploité pour le radium qui a été extrait dans une unité spéciale de l'établissement de Tabochary à partir de 1934.

L'exploitation minière souterraine de l'uranium a débuté à Tabochary en 1943 et ce fut le premier gisement d'uranium exploité en ex-URSS après la Seconde Guerre mondiale. À Tabochary, l'uranium se présente sous forme de filons renfermés dans une roche encaissante granitique. La teneur moyenne du minerai était de 0,06 % d'U ; des minéraux d'uranium secondaires constituaient la majeure partie de la minéralisation. La production à partir du gisement de Tabochary, qui est maintenant épuisé, s'est élevée à 500 t d'U au total.

Le gisement d'Adrasman, qui est situé à environ 70 km au nord-est de Khodjent, a été découvert en 1934. Il a d'abord été exploité à partir de 1945 pour le cuivre et le bismuth ; de l'uranium a été découvert à Adrasman en 1940. L'exploitation souterraine de l'uranium a démarré en 1946 et s'est poursuivie jusque dans les années 50. Les caractéristiques géologiques du gisement d'Adrasman sont semblables à celles relevées à Tabochary. Les ressources du gisement d'Adrasman, qui est maintenant épuisé, ont représenté 103 t d'U au total, la teneur moyenne ayant été de 0,053 % d'U.

Une minéralisation uranifère a aussi été signalée dans les chaînes de Gissar et de Karateguine du Tien-Chan méridional. Ces indices, qui sont associés à des complexes datant du Paléozoïque, comprennent :

- une minéralisation de pechblende renfermée dans des roches volcaniques à Khanaka, Paridan et Moumine ;
- de la pechblende renfermée dans du granite à Yakhob et à Moscovsk ;
- une minéralisation de pechblende-brannérite-fluorapatite renfermée dans du granite à Lougour et à Farkak ;

* Le présent rapport est fondé sur les estimations du Secrétariat.

Tadjikistan

- une minéralisation de pechblende-fluorapatite renfermée dans des carbonates datant du Paléozoïque moyen à Vaïdara ;
- des minéralisations de bitume-pechblende et de fluorapatite-bitume-pechblende renfermées dans des métasédiments à Karateguine et à Kamaroï.

RESSOURCES EN URANIUM

Le Tadjikistan n'a fait état d'aucune ressource en uranium exploitable.

PRODUCTION D'URANIUM

C'est en 1945 que le premier centre de production d'uranium de l'ex-URSS a été construit près de Khodjent (ex-Leninabad), au Tadjikistan. Ce centre, qui a traité du minerai d'uranium jusqu'au début des années 90, a d'abord été connu sous le nom de Combinat N°6 et, plus tard, sous celui de Combinat minier et chimique de Leninabad. Plus récemment, il a été exploité par le Complexe industriel oriental des métaux rares [*Vostokredmet*]. Il est aussi connu dans le secteur industriel sous le nom d'usine de traitement de Leninabad.

La production, pendant les premières années d'exploitation de l'usine de Leninabad, était alimentée par du minerai extrait au Tadjikistan (à partir des gisements de Tabochary et d'Adrasman), de même qu'à partir du gisement de Maïli-Sou au Kirghizistan et des gisements de Ouïghour et de Touya-Mouyouun en Ouzbékistan. De 1945 à 1950, du concentré d'uranium a aussi été expédié de RDA, de Tchécoslovaquie, de Pologne et de Bulgarie vers l'usine de Leninabad pour y être traité. L'évolution de la production pendant cette période est résumée dans le tableau suivant.

Évolution de la production d'uranium

	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Concentré expédié d'Europe (t d'U)	0	60	209	452	989	1 640
Minerai des gisements d'URSS						
Minerai extrait (milliers de t)	18	57	191	299	476	732
Uranium renfermé dans le minerai (t d'U)	15	50	129	183	279	417
Taux de récupération en cours de traitement (%)	46	56	57	69	72	75
Production d'uranium (t d'U)	7	20	66	103	170	237

La capacité annuelle de l'usine de Leninabad a par la suite été portée à 2 000 t d'U, lorsqu'elle a commencé à traiter du minerai provenant de la région de Karamazar et des boues de LIS provenant de la région de Kyzylkoum, toutes deux situées en Ouzbékistan.

En 1993, le circuit de l'usine de Leninabad a été modifié pour pouvoir traiter du minerai de plomb, de zinc et d'argent.

• 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 (MRM). Des indices d'uranium ont été découverts dans divers milieux géologiques, notamment dans des roches encaissantes gréseuses et granitiques datant du Jurassique. 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 MRM, tandis que des recherches ont été menées en coopération avec des organismes étrangers tels que l'AIEA, le Service géologique des États-Unis (USGS) et le FBU 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 Maï) 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 sur l'ensemble du territoire national. Ce levé a été réalisé par la société *Kenting Sciences International Limited Canada*, dans le cadre d'un contrat passé avec l'Agence canadienne pour le développement international (ACDI). À l'origine, il avait pour objet d'étayer la prospection des ressources minérales et la cartographie géologique. Par la suite, la qualité des données a été jugée suffisante pour fournir des renseignements sur la radioactivité naturelle. En 1993, le MRM, avec le concours de l'AIEA, a publié une carte du fond radiométrique de la Thaïlande au 1:1 000 000^e établie à partir des données radiométriques numériques obtenues grâce aux levés aéroportés.

Activités récentes et en cours

De 1998 à 2000, 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)

On estime qu'un petit gîte uranifère découvert dans des grès datant du Jurassique dans le district de Phu Wiang renferme environ 4,5 t d'U sur la base d'une teneur de coupure de 0,01 % U. Ces ressources sont classées dans la catégorie des RRA récupérables à un coût inférieur à 130 USD/kg d'U.

Des régions granitiques situées dans les districts de Doi Tao et d'Om Koi (province de Chiang Maï), en Thaïlande septentrionale, sont considérées comme présentant un certain potentiel

Thaïlande/Turquie

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 0,02 et 0,25 % U. Les RSE-I seraient d'environ 7 t d'U récupérables dans la tranche de coût inférieure à 130 USD/kg d'U, sur la base d'une teneur de coupure de 0,05 % U.

Ressources raisonnablement assurées
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	4.5

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	< 30 USD/kg d'U
0	0	7

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'est fait état d'aucune ressource classique non découverte.

La Thaïlande n'a pas de secteur de l'uranium ni de besoins en uranium. Elle ne fait état d'aucune information sur les politiques nationales relatives à l'uranium, les stocks d'uranium ou le prix de l'uranium.

• **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. En 1998, les activités de prospection ont pris fin en Turquie, les dépenses s'étant élevées à environ 1,2 million d'USD, cette année-là.

Les travaux de prospection radiométrique et géochimique au sol (comprenant le prélèvement d'échantillons de sédiments fluviatiles), qui ont été exécutés dans le sud-ouest de l'Anatolie (bassin de Thrace) en 1995, 1996 et 1997, ont donné des résultats négatifs.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Des RRA représentant un total de 9 129 t d'U (ressources *in situ*) récupérables à un coût inférieur ou égal à 80 USD/kg d'U sont signalées dans les gisements suivants :

- *Salihli-Köprübasi* : dix corps minéralisés représentant 2 852 t d'U d'une teneur de 0,04 à 0,05 % d'U₃O₈ (0,03 à 0,04 % d'U) renfermés dans des sédiments fluviatiles datant du Néogène.
- *Fakili* : 490 t d'U ayant une teneur de 0,05 % d'U₃O₈ (0,04 % d'U) renfermées dans des sédiments lacustres datant du Néogène.
- *Koçarli (Küçükçavdar)* : 208 t d'U ayant une teneur de 0,05 % d'U₃O₈ (0,04 % d'U) renfermées dans des sédiments datant du Néogène.
- *Demirtepe* : 1 729 t d'U ayant une teneur de 0,08 % d'U₃O₈ (0,07 % d'U) renfermées dans des zones fracturées constituées par des gneiss.
- *Yozgat-Sorgun* : 3 850 t d'U ayant une teneur de 0,1 % d'U₃O₈ (0,08 % d'U) renfermées dans des sédiments lagunaires deltaïques datant de l'Éocène.

Il n'est pas fait état de RSE-1.

Ressources raisonnablement assurées* (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	9 129	9 129

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'est fait état d'aucune information.

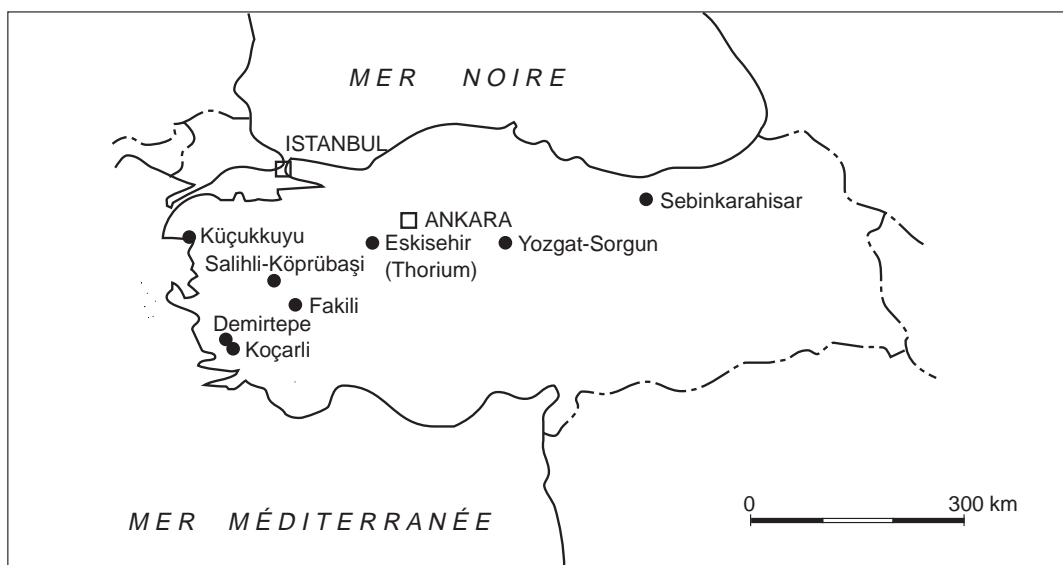
PRODUCTION D'URANIUM

La Turquie ne dispose pas d'un secteur de production d'uranium.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

Gisements et indices d'uranium en Turquie



BESOINS EN URANIUM

La Turquie ne possède pas de parc nucléaire en exploitation.

STOCKS D'URANIUM

Le Gouvernement turc détient un stock de 1,8 t d'U sous forme d'uranium naturel.

Il n'est fait état d'aucune information sur les politiques nationales relatives à l'uranium ou au prix de l'uranium.

• Ukraine •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La recherche de gisements d'uranium d'intérêt commercial a débuté en Ukraine en 1944 par des mesures radiométriques systématiques d'échantillons de musée et de carottes ainsi que d'échantillons provenant de chantiers miniers accessibles. Suite à une décision spéciale des pouvoirs publics, les forages pratiqués dans l'ensemble du pays ont fait l'objet d'une diagraphie à l'aide d'un équipement de gammamétrie. Ces activités ont conduit à la découverte des gisements de Pervomaïskoïe en 1945 et de Jeltoretchenskoïe en 1946. Ces gisements sont liés à une métasomatose alcaline des roches ferrugineuses du bassin de Krivoï Rog. Des gisements d'autres types ont été mis en évidence, notamment de petits gîtes dans la couverture sédimentaire du Bouclier ukrainien et des gisements renfermés dans des bitumes et des pegmatites. Les gisements contenus dans des formations sédimentaires se prêtaient à une exploitation par lixiviation *in situ* (LIS).

Le premier gisement d'intérêt commercial (Mitchourinskoïe) a été découvert en 1964. Il est associé à des zones de métasomatose et de failles dans un complexe de granito-gneiss du Bouclier ukrainien. La poursuite de la prospection de ce nouveau type de gisement a abouti à la découverte du district uranifère de Kirovograd où se trouvent deux mines d'uranium en exploitation.

En 1995, il a été décidé de concentrer les efforts sur la prospection des minéralisations complexes d'uranium et de métaux rares, des gisements liés à des discordances, ainsi que de ceux de type filonien et en remplissage de fissures (stockwerk). Ces activités, qui portent avant tout sur les roches cristallines et métamorphiques du Bouclier ukrainien, se sont poursuivies en 1999 et 2000.

En 1996, la prospection visant le minerai de fer dans la partie septentrionale du bassin du 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 schistes et de quartzite formée par métasomatose. L'entreprise d'État de recherches géologiques *Kirovgeology* procède à une évaluation de cette zone, mais il n'est pas projeté de poursuivre les travaux, vu l'absence de résultats encourageants.

À l'heure actuelle, on procède à l'établissement de cartes spécialisées au 1/50 000ème des zones qui sont considérées comme offrant un bon potentiel pour la réalisation de nouvelles découvertes, s'agissant notamment 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 (prospection gravimétrique, magnétique et électrique, ainsi que levés par des méthodes isotopiques) et à des travaux détaillés de sondages. L'entreprise *Kirovgeology* a entrepris des forages de reconnaissance directs après avoir établi une carte de la structure géologique de chaque zone prometteuse.

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

En 1999 et 2000, les activités de prospection se sont poursuivies dans les zones les plus prometteuses du Bouclier ukrainien et de ses versants. On trouvera ci-après un exposé récapitulatif des activités de prospection les plus importantes menées au cours de cette période.

La cartographie géologique initiale a été établie à l'échelle du 1/50 000ème dans une zone de discordances structurales et stratigraphiques entre le socle et les sédiments de Polesky sur le versant occidental du Bouclier ukrainien. Trois zones prometteuses ont été délimitées en vue de travaux de prospection plus détaillés. Dans la partie centrale du Bouclier ukrainien, des travaux de prospection sont en cours dans la zone structurale de Zapadno-Ingouletsk et la partie méridionale de la zone de Bratsko-Zvenigorodsk. Des indices d'uranium attestés par des anomalies ont aussi été localisés dans ces zones en vue d'évaluations complémentaires.

En 1999-2000, on a procédé à des essais en laboratoire afin de comparer la lixiviation par des carbonates et celle par voie acide de l'uranium provenant de gisements renfermés dans des grès de la couverture sédimentaire du Bouclier ukrainien. Les échantillons ont été prélevés à partir d'intervalles minéralisés dans les gisements de Safonovskoïe et de Novogouryevskoïe. La lixiviation de l'uranium à l'aide d'acide sulfurique ayant une concentration de 15 g par litre a été comparée à la lixiviation au moyen d'une solution de soude (30 g de Na₂CO₃ par litre) avec un oxydant.

Le taux moyen de récupération de l'uranium à l'aide d'une solution acide a atteint environ 90 % contre un taux de 85 % pour la lixiviation par une solution de carbonates. On a ainsi pu démontrer en laboratoire l'efficacité de cette dernière méthode qui est plus acceptable du point de l'environnement que les systèmes par voie acide. L'étape suivante consistera à exécuter des essais sur le terrain afin d'obtenir des informations permettant de concevoir des projets en vraie grandeur de lixiviation carbonatée.

Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium et activités de forage

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur public : (milliers d'UAH)	3 900	6 300	11 400	13 500
(millions d'USD)	1,94	1,6	2,1	2,48
Forages d'exploration exécutés par le secteur public(m)	21 020	40 130	38 700	19 180
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	298	496	326	151

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

L'évaluation des ressources connues de l'Ukraine n'a pas changé depuis l'édition de 1999 du *Livre rouge* et se maintient à 131 000 t d'U récupérables à un coût inférieur à 130 USD/kg d'U. Ce total comprend des ressources, dont les coûts de production sont inférieurs à 80 USD/kg d'U et qui sont renfermées dans les gisements de métasomatite (albitite) de Vatoutinskoïe (25 500 t d'U) et Mitchourinskoïe (27 000 t d'U), l'un et l'autre exploités par travaux miniers souterrains. Des ressources s'élevant au total à 10 100 t d'U, associées à de petits gisements dans la couverture sédimentaire du Bouclier ukrainien, sont aussi classées dans la tranche de coût inférieure à 80 USD/kg d'U. Ces gisements sédimentaires se prêtent en principe à une exploitation par lixiviation *in situ* (LIS). La prospection de zones à plus forte teneur dans les gisements de Vatoutinskoïe et de Mitchourinskoïe a permis de localiser des ressources connues s'élevant au total à 19 250 t d'U récupérables à un coût inférieur à 40 USD/kg d'U.

Les 68 400 t d'U restantes dans les catégories des RRA et des RSE-I dont le coût d'extraction escompté est supérieur à 80 USD/kg d'U, se concentrent dans le gisement de métasomatite de Severinskoïe (50 000 t d'U), dans les gisements de pegmatite d'Youjnoïe, Kalinovskoïe et Lozovatskoïe ainsi que dans les gisements de bitume d'Adamovskoïe, Krasnooskoïskoïe et Berekskoïe (3 400 t d'U).

Environ 30 % des ressources connues récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 USD/kg d'U sont tributaires de centres de production existants ou commandés. Parmi les ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U, environ 53 % sont tributaires de centres de production existants ou commandés.

Aucune ressource d'uranium susceptible d'être exploitée en tant que sous-produit de l'extraction d'autres ressources minérales n'a été découverte en Ukraine.

Ressources raisonnablement assurées*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
19 250	42 600	81 000

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	20 000	50 000

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Au 1^{er} janvier 2001, les ressources non découvertes (RSE-II et RS) s'élevaient à 235 000 t d'U au total, chiffre identique à celui figurant dans l'édition de 1999 du *Livre rouge*.

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), gisements gréseux renfermés dans la couverture sédimentaire du Bouclier ukrainien (20 000 t d'U), gisements liés à des discordances (20 000 t d'U) et gîtes de type filonien en remplissage de fissure (stockwerk) (30 000 t d'U).

Les zones occupées par l'albitite entre le gisement de Vatoutinskoïe à l'ouest et celui de Mitchourinskoïe à l'est sont les plus prometteuses en ce qui concerne la découverte de nouveaux gisements de métasomatite. Le versant nord-ouest du Bouclier ukrainien (gisements liés à des discordances) et la zone tectonique de Zapadno-Ingoulets (gisements filoniens) situés près du bassin ferrifère de Krivoï Rog pourraient donner lieu à la découverte de gisements d'uranium à forte teneur.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*

(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	3 900

* S'agissant de ressources *in situ*.**Ressources spéculatives**

(t d'U)

Tranches de coût		Total
< 130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
0	231 100	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.

Capacité théorique de production à court terme
(t d'U/a)

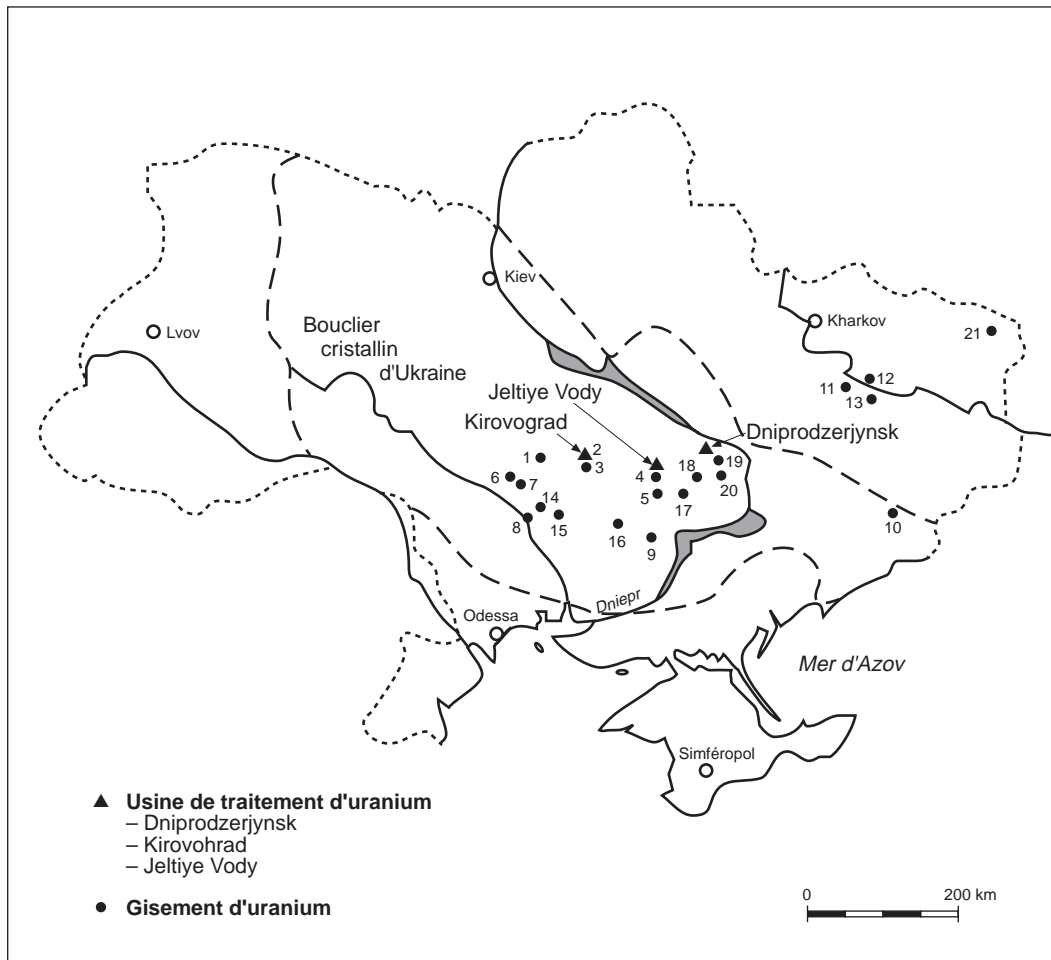
2001				2002				2005			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	1 000	0	0	0	1 000	0	0	0	1 000	0	n.d.

2010				2015				2020			
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

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium
(au 1^{er} janvier 2001)

Nom duc entre de production	Jeltiye Vody
Catégorie de centre de production	existant
Stade d'exploitation	en service
Date de mise en service	1959
Source de minerai : <ul style="list-style-type: none"> Nom du gisement Type de gisement Teneur 	mine Ingoulsky/gisement de Mitchourinskoïe mine Vatoutinsky/gisement de Vatoutinskoïe métasomatite (albitite) 0,1
Exploitation minière <ul style="list-style-type: none"> Type (CO/ST/<i>in situ</i>) Tonnage (t de minerai/j) Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%) 	ST n.d. n.d.
Usine de traitement : <ul style="list-style-type: none"> Type (EI/ES/LA) Tonnage (t de minerai/j) Taux moyen de récupération en cours de traitement (%) 	Jeltiye Vody LA/EI et ES n.d. 95
Capacité nominale de production (t d'U/a)	1 000
Projets d'agrandissement	doubler la capacité à 2 000 t d'U/a

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 | |

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. La majeure partie de la production actuelle d'uranium provient de la mine Ingoulsky qui a été aménagée sur le gisement de Mitchourinskoïe. Le reste de la production provient de la mine Vatoutinsky qui est située près de Smolino. Les sites de Devladovskoïe, Bratskoïe et Safonovskoïe ont antérieurement fait l'objet d'exploitation par lixiviation *in situ*.

Gisement de Mitchourinskoïe

Le gisement 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 situés dans cette partie du Bouclier ukrainien se trouvent dans une importante région tectonique d'orientation nord-ouest à sud-est qui s'étend sur des centaines de kilomètres de long et sur 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 en dessous du niveau du sol. L'uranium est contenu à 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 gisement de Mitchourinskoïe est exploité depuis la mine Ingoulsky. Le puits principal est situé à 2 km de Kirovograd. La production actuelle est inférieure à 1 million de tonnes de minerai par an. Le plan initial prévoyait une production de 1 million de tonnes de minerai par an et une durée de vie de 25 ans sur la base de ressources s'élevant à 19,1 millions de tonnes de minerai. 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 1^{er} 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 t. 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 m) 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 postes 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. Un éventail m de trous de mines est foré tous les 4 à 5 m. Après dynamitage, 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 concassé 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. 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 USD/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. Son exploitation nécessite au total 30 à 35 personnes par poste.

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, la grande usine de Jeltiye Vody avait produit 41,1 millions de tonnes de résidus par suite de ses opérations de traitement de l'uranium.

Exploitation minière par lixiviation in situ (LIS)

De 1966 à 1983, de l'uranium a été exploité par LIS sur les sites de Devladovskoïe, Bratskoïe et Safonovskoïe en faisant appel à des techniques de lixiviation par voie acide. L'uranium a été récupéré à partir de gisements contenus dans des grès situés à des profondeurs d'environ 100 m.

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 assume la responsabilité de l'exploitation minière de l'uranium et de sa production. Les services géologiques ont également été réorganisés dans le secteur de l'uranium.

L'entreprise géologique d'État *Kirovgeology*, dont le siège est situé à Kiev, 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. L'entreprise dispose de six bureaux régionaux, ou « antennes », chargés de mener les travaux de prospection de l'uranium dans toutes les zones prometteuses 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. Elle contrôle aussi entièrement la production d'uranium en Ukraine.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

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 réaménagement 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 définitive des installations 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 réaménager 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 la remise en état 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 l'assainissement des terres contaminées, la surveillance de l'environnement et 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. Le programme couvre aussi l'amélioration la réglementation nationale, le soutien scientifique et technique ainsi que les relations avec les organisations internationales le concernant.

BESOINS EN URANIUM

Les besoins en uranium des centrales nucléaires ukrainiennes correspondent à une puissance nucléaire installée qui était de 12 880 MWe en 2000 et qui devrait atteindre 14 800 MWe en 2010, dans l'hypothèse basse, mais qui pourraient atteindre de 15 800 et 17 800 MWe entre 2010 et 2020, dans l'hypothèse haute. Les besoins annuels en uranium devraient augmenter en proportion.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020
(MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
12 880	11 880	13 800	14 800	15 800	14 800	15 800	15 800	17 800

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020
(t d'U)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 200	2 050	2 350	2 500	2 650	2 500	2 650	2 650	2 950

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 de production d'uranium afin de couvrir 80 % 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.

Il n'est fait état d'aucune information sur la politique nationale relative à l'uranium, les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

• **Viêt Nam** •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de l'uranium a démarré dans certaines régions du Viêt Nam en 1955. À partir de 1978, un programme systématique de prospection régionale a été poursuivi sur 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 en forant 75 000 m de sondages et de travaux 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 des lanthanides et la Division de géophysique du Département de géologie et des minéraux du Ministère de l'industrie. Les effectifs totaux affectés à des activités de prospection de l'uranium sont de l'ordre de 300 à 500 personnes attachées à plusieurs bureaux régionaux. De 1997 à la fin de 2000, 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 portent principalement sur deux projets : (1) la prospection des terrains gréseux de la région de Tabhing, située dans la partie occidentale du bassin de Nong Son, et (2) la prospection de la région Ben Giang.

On trouvera dans le tableau suivant des précisions sur les dépenses de prospection et les activités de forage au cours de la période 1998-2000.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Dépenses du secteur public (millions d'USD)	0,12	0,12	0,11	0,11
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (m)	800	300	0	n.d.

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 USD/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, qui est situé dans le bassin de Nong Son. Ces deux chiffres sont identiques à ceux de l'édition de 1999 du *Livre rouge*. Toutefois, il est fait état dans le présent rapport de 1 091 t d'U entrant dans la catégorie RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 USD/kg d'U, alors qu'aucune ressource n'a été signalée antérieurement dans cette catégorie.

Ressources raisonnablement assurées* (t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	1 337

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
n.d.	1 091	6 744

* S'agissant de ressources *in situ*.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Par rapport à l'édition de 1999 du *Livre rouge*, les RSE-II ont augmenté de 1 160 t d'U dans la tranche de coût inférieure à 130 USD/kg d'U alors que les RS sont demeurées les mêmes. Les RSE-II récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U sont principalement constituées par l'indice de Tabhing, situé dans le bassin de Nong Son.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*
(t d'U)

Tranches de coût		
<40 USD/kg d'U	<80 USD/kg d'U	<130 USD/kg d'U
0	0	6 860

* S'agissant de ressources *in situ*.

Les ressources spéculatives (RS) sont estimées à 230 000 t d'U, dont 130 000 qui ne sont affectées à aucune tranche de coûts (voir tableau).

Ressources spéculatives*
(t d'U)

Tranches de coût		Total
<130 USD/kg d'U	Non spécifiée	
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, comme le gisement sédimentaire de phosphates de Binh Duong, ainsi que dans le gisement de graphite de Tien An.

PRODUCTION D'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIO-CULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

BESOINS EN URANIUM

Le gouvernement envisage de construire une centrale nucléaire avant 2015.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2020 (MWe nets)

2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
0	0	0	0	0	0	700*	0	1 400*

* Estimation du Secrétariat.

Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2020 (t d'U)

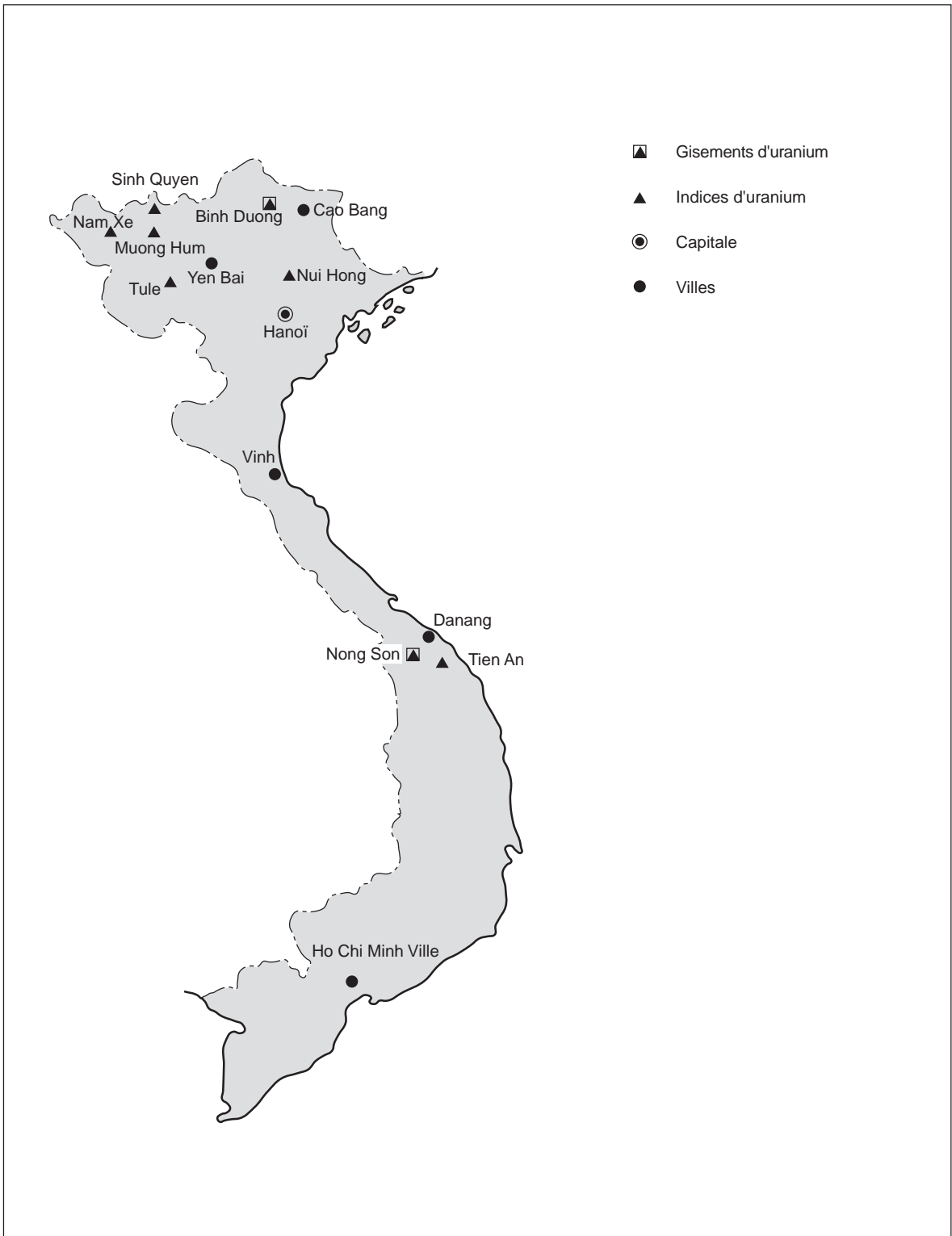
2000	2001	2005	2010		2015		2020	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
						120*		240*

* Estimation du Secrétariat.

POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Le Viêt Nam est un pays qui possède peu de combustibles fossiles. C'est pourquoi, dans sa politique énergétique pour le 21^{ème} siècle, le Gouvernement fait figurer l'électronucléaire parmi les options possibles. Toutefois, aucun plan à long terme n'a été établi en vue de développer un système d'approvisionnement national en uranium. Le Viêt Nam ne fait état d'aucune information sur les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

Principaux gisements et indices d'uranium au Việt Nam



Annexe 1

**MEMBRES DU GROUPE 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>	M. F. BARTHEL (Président)	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
<i>Argentine</i>	M. A. CASTILLO M. L. LOPEZ M. P. NAVARRA M. P. SARDIN M. R. SOLIS	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, Erivan
<i>Australie</i>	M. I. LAMBERT (Vice-Président) M. A. McKAY M. P. SMITH	Geoscience Australia, Canberra Coal and Mineral Industries Division, Department of Industry, Science and Resources, Canberra
<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>	M. R. VANCE	Division de l'uranium et des déchets radioactifs, Direction des ressources énergétiques Ressources Naturelles Canada, Ottawa
<i>Chine</i>	M. R. ZHANG M. J. XU M. S. GAO	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 M. J. ARNAIZ DE GUEZALA	ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS, S.A.
<i>États-Unis</i>	M. J. GEIDL (Vice-Président)	Energy Information Administration U.S. Department of Energy, Washington
	M. W. FINCH	US Geological Survey, Denver
<i>Finlande</i>	M. K. PUUSTINEN	Département de géologie économique, Geological Survey of Finland, Espoo
<i>France</i>	M. H. CATZ M. P. ARONDEL	Commissariat à l'Énergie Atomique Centre d'Études Nucléaires de Saclay
	M. G. CAPUS	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 d'explora- tion minérale, Athènes
<i>Hongrie</i>	M. G. ÉRDI-KRAUSZ	Mecsekuran LLC, 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>	M. S. AL-BASHIR	Jordan Phosphate Mines Company, Amman
	M. H. AKRABAWI	Ministère de l'énergie et des ressources minérales, Amman
<i>Kazakhstan</i>	M. G.V. FYODOROV (Vice-Président)	Agence de l'énergie atomique du Kazakhstan, Almaty
<i>Lituanie</i>	M. K. ZILYS	Inspection d'État de la sûreté des centrales nucléaires, Vilnius

<i>Namibie</i>	M. K. HAMUTENYA M. A. ILENDE	Ministry of Mines and Energy, Windhoek
<i>Ouzbékistan</i>	M. N.S. BOBONOROV M. A.L. OGARKOV	Comité d'État chargé de la géologie et des ressources minérales de la République d'Ouzbékistan, Tachkent
	M. S.B. INOZEMTSEV M. V.K. ISTAMOV	Complexe minier et métallurgique de Navoiï, Navoiï
	M. I.G. GORLOV	Entreprise géologique d'État « Kyzyltepageologia », 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>	Mme H. HOEDEMAKERS	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 (PAA), Varsovie
<i>Portugal</i>	M. R. DA COSTA	Instituto Geologico e Mineiro, Lisbonne
<i>République slovaque</i>	M. Juraj KMOSENA	Autorité de la réglementation nucléaire (UJD) de la République slovaque, Bratislava
<i>République tchèque</i>	M. P. VOSTAREK	DIAMO s.p., Stráz pod Ralskem
<i>Roumanie</i>	M. P.D. GEORGESCU	Institut de R-D sur les métaux rares et radioactifs – ICPMRR S.A., Bucarest
	M. F.T. IUHAS M. D. FILIP Mme O. COMSA	Compagnie nationale de l'uranium, Agence nationale de l'énergie atomique, Bucarest
<i>Royaume-Uni</i>	M. K. WELHAM	Rio Tinto plc, London
<i>Suisse</i>	M. R.W. STRATTON	Nordostschweizerische (NOK) Kraftwerke AG. Baden
<i>Russie, Féd. de</i>	M. A.V. BOITSOV (Vice-Président) M. A.V. TARKHANOV	Institut pan-russe de recherche sur la technologie chimique, Ministère de l'énergie atomique, Moscou
	M. V.V. KROTKOV	JSC « Atomredmetzoloto », Ministère de l'énergie atomique, Moscou

<i>Russie, Féd. de (suite)</i>	M. S.S. NAUMOV	Geologorazvedka, Moscou
<i>Turquie</i>	M. Z. ERDEMIR	Compagnie turque de production et de transport d'électricité (TEAS), Ankara
<i>Ukraine</i>	M. A.Ch. BAKARZHIYEV M. Y. BAKARZHIYEV M. A.P. CHERNOV	Entreprise géologique d'État « Kirovgeology », Kiev Ministère de l'énergie d'Ukraine, Kiev
<i>Viêt Nam</i>	M. N.L. DO	Commission de l'énergie atomique du Viêt Nam, Hanoi
<i>Commission Européenne</i>	M. A. BOUQUET	Agence d'approvisionnement d'Euratom, Bruxelles
<i>AIEA</i>	M. D.H. UNDERHILL M. J. MCMURRAY (Secrétaire scientifique)	Division de l'électronucléaire et du cycle du combustible, Vienne, Autriche
<i>OCDE/AEN</i>	M. I. VERA M. R. PRICE (Secrétaire scientifique)	Division du développement de l'énergie nucléaire, Paris

Annexe 2

**LISTE DES ORGANISMES AYANT CONTRIBUÉ
AU PRÉSENT RAPPORT**

<i>Afrique du Sud</i>	Atomic Energy Corporation of South Africa Limited, P.O. Box 582, Pretoria 0001
<i>Algérie</i>	Commissariat à l'énergie atomique (COMENA), 02 Boulevard Franz Fanon, BP 399, Alger-Gare, 16000, Alger
<i>Allemagne</i>	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, D-30657 Hannover
<i>Argentine</i>	Comisión Nacional de Energía Atómica, Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares, Avenida del Libertador 8250, 1429 Buenos Aires
<i>Arménie</i>	Ministère de l'énergie, Département de l'énergie atomique, Government House, 2 Republic Square, 375010 Yerevan
<i>Australie</i>	Department of Industry, Tourism and Resources, Coal and Mineral Industries Division, Uranium Industry Section, GPO Box 9839, Canberra, ACT 2601
<i>Belgique</i>	Ministère des Affaires économiques, Administration de l'énergie, Service de l'énergie nucléaire, 154 Boulevard Émile Jacqmain, B-1210 Bruxelles
<i>Brésil</i>	Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rua General Severiano, 90, 22294-900, Botafogo, Rio de Janeiro
<i>Canada</i>	Division de l'uranium et des déchets radioactifs, Direction des ressources énergétiques, Ressources naturelles Canada, 580 Booth Street, Ottawa, Ontario K1A 0E8
<i>Chili</i>	Comisión Chilena de Energía Nuclear, Departamento de Materiales Nucleares, Amunategui N°95, Santiago
<i>Chine</i>	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, P.O. Box 762, Beijing 100013
<i>Corée, République de</i>	Division de la coopération internationale dans le domaine de l'énergie atomique, Ministère de la Science et de la Technologie, Government Complex Bldg. II, Gwachun, 427-760
<i>Espagne</i>	ENUSA, Aprovisionamiento de Uranio, Santiago Rusiñol, 12, 28040 Madrid
<i>États-Unis</i>	Energy Information Administration, Coal, Nuclear, Electric and Alternate Fuels (EI - 50), U.S. Department of Energy, Washington, D.C. 20585

<i>Finlande</i>	Ministère du Commerce et de l'Industrie, Département de l'énergie, P.O. Box 37, FIN-0131 Helsinki Service géologique de Finlande, P.O. Box 96, FIN02151 Espoo
<i>France</i>	Commissariat à l'énergie atomique, Centre d'Études de Saclay, F-91191 Gif sur Yvette Cedex
<i>Gabon</i>	Ministère des Mines, de l'Énergie, du Pétrole et des Ressources hydrauliques, Cabinet du Ministre, B.P. 874 & 576, Libreville
<i>Hongrie</i>	Mecsekurán L.L.C., P.O. Box 65, H-7633 Pécs
<i>Inde</i>	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
<i>Indonésie</i>	Centre de mise en valeur des minéraux nucléaires, Agence nationale de l'énergie atomique (BATAN), Jl. Cinere Pasar Jumat, P.O. Box 6010, Djakarta 12060
<i>Iran, Rép. islamique d'</i>	Organisation de l'énergie atomique d'Iran, P.O. Box 11365/8486, Téhéran
<i>Japon</i>	Ministère du Commerce extérieur et de l'Industrie, 3-1 Kasumigaseki, 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100
<i>Jordanie</i>	Autorité chargée des ressources naturelle, P.O. Box 7, Amman, Jordan Phosphate Mines Co., P.O. Box 30, Amman
<i>Kazakhstan</i>	Agence de l'énergie atomique de la République du Kazakhstan (KAEA), Chaykina str. 4, Almaty, 480020
<i>Lituanie</i>	Inspection d'État de la sûreté des centrales nucléaires, Sermuksniy 3, LT-2600 Vilnius
<i>Malaisie</i>	Service géologique de Malaisie, 19-21ème étage, Bangunan Luth, Jalan Tun Razak, 50736 Kuala Lumpur
<i>Namibie</i>	Geological Survey of Namibia, Ministry of Mines and Energy, P.O. Box 2168, Windhoek
<i>Niger</i>	Ministère des Mines et de l'Énergie, B.P. 11700, Niamey
<i>Ouzbékistan</i>	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
<i>Pays-Bas</i>	Ministère des Affaires économiques, Division de l'électricité, P.O. Box 20101, NL-2500 EC La Haye
<i>Philippines</i>	Philippine Nuclear Research Institute, Don Mariano Marcos Avenue, Diliman, Quezon City
<i>Pologne</i>	Agence nationale de l'énergie atomique (PAA), rue Krucza 36, 00921-Varsovie

<i>Portugal</i>	Ministério da Economia, Instituto Geológico e Mineiro, 38 Rua Almirante Barroso, P-1000 Lisbonne
<i>République slovaque</i>	Autorité de la réglementation nucléaire (UJD) de la République slovaque, Bajkalská 27, P.O. Box 24, 820 07 Bratislava 27
<i>République tchèque</i>	CEZ, a.s., Nuclear Fuel Cycle Section, Jungmannova 29, 111 48 Praha 1
<i>Roumanie</i>	Compagnie nationale de l'uranium, S.A., 68, Dionisie Lupu Street, Bucarest Institut de R-D sur les métaux rares et radioactifs, 78 Carol I Blvd, 70132 Bucarest
<i>Royaume-Uni</i>	Department of Trade and Industry, London SW1H OET British Energy plc, 10 Lochside Place, Edinburgh EH12 9DF British Nuclear Fuels plc (BNFL), Risley, Warrington, Cheshire WA3 6AS
<i>Russie, Féd. de</i>	Ministère de l'Énergie atomique de la Fédération de Russie, Bolshaya Ordynka st. 24/26, Moscou, 109017 Entreprise « Geologorazvedka », Marshala Rybalko 4, Moscou, 123436
<i>Slovénie</i>	Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire, Administration slovène de la sûreté nucléaire, Vojkova 59, SI-1113 Ljubljana
<i>Suède</i>	KOM Nuclear Fuel and Environment Project (NFE), P.O. Box 5810, S-102 48 Stockholm
<i>Suisse</i>	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Parkstrasse 23, CH 5401 Baden
<i>Thaïlande</i>	Département des ressources minérales, Division de géologie économique, Rama IV Road, Bangkok 10400
<i>Turquie</i>	Autorité turque de l'énergie atomique (TAEK), Eskisher Yolu N°9, 06530 Ankara
<i>Ukraine</i>	Entreprise géologique d'État « Kirovgeology », 8 Kikividze Street, 252103 Kiev
<i>Viêt Nam</i>	Commission de l'énergie atomique du Viêt Nam, 59 Ly Thuong Kiet, Hanoi Division géologique des éléments radioactifs et des terres rares, Département de géologie et des minéraux

TYPES GÉOLOGIQUES DES 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 :

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.

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 1800-800 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 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, 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

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.

renfermés dans des grès. Les ressources des gisements renfermés dans des grès constituent la base de l'exploitation minière par lixiviation *in situ* (LIS). Parmi les importants gisements renfermés dans des grès se prêtant à une exploitation par LIS, on peut citer : ceux du Kazakhstan (Inkaï, Moïnkoum, Mynkoudouk), des États-Unis (Crow Butte et Smith Ranch) et d'Ouzbékistan (Outchkoudouk, Sougraly et Boukinaï).

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, dont l'exploitation ne serait pas rentable, 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. L'uranium se rencontre dans une minéralisation de cuivre et d'or dans des brèches riches en hématite. Ce type est principalement représenté par le gisement d'Olympic Dam, en Australie méridionale. Des gisements connus en Zambie, dans 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'Illimaussaq 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 Communauté des États Indépendants (CEI), en particulier le district de Streltsovsk dans la Fédération de Russie, se rattachent à ce type.

10. Gisements superficiels

Les gisements uranifères superficiels peuvent être définis dans l'ensemble comme des sédiments uranifères datant en général d'une époque comprise entre le Tertiaire et l'ère récente, qui n'ont pas été profondément enfouis et peuvent, dans une certaine mesure, avoir été calcifiés. Les gisements d'uranium, 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, aegyrtes, 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, tels les gisements de Forstau en Autriche, et de Mary Kathleen en Australie.

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, le Dakota du Nord et le Dakota du Sud, États-Unis, et Melovoe, au Kazakhstan, 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 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 du gisement 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 À 2001

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	2002	
Algérie						1975	1977	1979	1982										2002
Allemagne				1970		1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1994	1996	1998	2000	2002	
Argentine		1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1994	1996	1998	2000	2002	
Arménie																	2000	2002	
Australie		1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1994	1996	1998	2000	2002	
Autriche							1977												
Bangladesh											1986	1988							
Belgique									1982	1983	1986	1988	1990	1994	1996	1998	2000	2002	
Bénin													1990						
Bolivie							1977	1979	1982	1983	1986								
Botswana								1979		1983	1986	1988							
Brésil				1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986			1994	1996	1998	2000	2002	
Bulgarie													1990	1994	1996	1998			
Cameroun							1977		1982	1983									
Canada	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1994	1996	1998	2000	2002	
Chili							1977	1979	1982	1983	1986	1988		1994	1996	1998	2000	2002	
Chine													1990	1994	1996	1998	2000	2002	
Colombie							1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990		1996	1998			
Corée, République de						1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1994	1996	1998	2000	2002	
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	1988	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	2002
Estonie																	1998		
États-Unis	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Éthiopie								1979		1983	1986								
Finlande					1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
France	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Gabon		1967		1970	1973				1982	1983	1986				1996	1998	2000	2002	
Ghana							1977			1983									
Grèce							1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998		
Guatemala											1986	1988							
Guyana								1979	1982	1983	1986								
Hongrie																			
Inde	1965	1967		1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986		1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Indonésie							1977				1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Iran, Rép. islamique d'							1977										1998	2000	2002
Irlande								1979	1982	1983	1986			1992			1998		
Italie		1967		1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988		1992	1994	1996	1998	2000	
Jamahiriya arabe libyenne										1983									
Jamaïque									1982	1983									
Japon	1965	1967		1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Jordanie							1977				1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Kazakhstan															1994	1996	1998	2000	2002
Kirghizistan															1994	1996	1998	2000	2002
Lesotho															1996				2002
Libéria							1977			1983		1988							
Lituanie															1994	1996	1998	2000	2002

Royaume-Uni																							
Russie, Fédération de																				1994	1998	2000	2002
Rwanda												1986											
Sénégal											1982												
Slovénie																			1994	1996	1998		2002
Somalie										1977	1979												
Soudan										1977													
Sri Lanka										1977													
Suède	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002				
Suisse						1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002				
Surinam									1982	1983													
Tadjikistan																							2002
Tanzanie													1990										
Thaïlande										1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002				
Togo																							
Turquie					1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002				
Ukraine																			1994	1996	1998	2000	2002
URSS														1992									
Uruguay													1990										
Venezuela											1986	1988											
Viet Nam																		1992	1994	1996	1998	2000	2002
Yougoslavie																	1992						
Zaïre					1973		1977					1988											
Zambie											1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998						
Zimbabwe									1982			1988			1992	1994	1996	1998					

ÉDITIONS DU LIVRE ROUGE DEPUIS 1965

1. OCDE/AEEN :	Ressources mondiales en uranium et en thorium, Paris, 1965
2. OCDE/AEEN :	Ressources en uranium, estimations révisées, Paris, 1967
3. OCDE/AEEN – AIEA :	Production d'uranium et demande à court terme, Paris, 1969
4. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1970
5. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1973
6. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1975
7. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1977
8. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1979
9. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1982
10. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1983
11. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1986
12. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1988
13. OCDE/AEEN – AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1990
14. OCDE/AEEN – AIEA :	1991 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1992
15. OCDE/AEEN – AIEA :	1993 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1994
16. OCDE/AEEN – AIEA :	1995 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1996
17. OCDE/AEEN – AIEA :	1997 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1998
18. OCDE/AEEN – AIEA :	1999 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 2000
19. OCDE/AEEN – AIEA :	2001 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 2002

**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 de dresser des tableaux de conversion de ces coefficients.

En conséquence, l'AEN a demandé aux organismes publics compétents de ses pays Membres de bien vouloir communiquer les valeurs de ces coefficients en vue de les publier dans le présent rapport.

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		Fédération de Russie		Suède	
	REB	REP	CANDU	REB	REP	N4 REP	REB	REP	MAGNOX	RARG	VVER-1000	RBMK-1000	BWR	PWR
Type de réacteur														
Taux de combustion [MW]/t d'U														
a) Uranium 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) Uranium 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]	3,2	3,6	n.d.	3,02	3,66	3,6	3,0	4,1	–	2,9	4,23	2,4	3,2	3,6
Teneur de rejet [% ²³⁵ U]	0,3	0,3	n.d.	0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	–	0,3	0,25	0,25	0,25	0,25
Rendement de conversion de l'énergie thermique en électricité	33,5%	34,2%	30%	32%	32%	34,6%	33%	34%	26%	40%	33,3%	31,2%	34%	34,5%
Équivalent en énergie thermique de 1 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 de 1 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
1000 m ³ de gaz naturel (standard, FCC)	=	36 GJ
1 tonne de GNL	=	46 GJ
1000 kWh (énergie primaire)	=	9,36 GJ
1 TEP	=	10 034 Mcal
1 TEC	=	7 000 Mcal
1000 m ³ de gaz naturel	=	8 600 Mcal
1 tonne de GNL	=	11 000 Mcal
1000 kWh (énergie primaire)	=	2 236 Mcal ²
1 TEC	=	0,697 TEP
1000 m ³ de gaz naturel	=	0,857 TEP
1 tonne de GNL	=	1,096 TEP
1000 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 (tiré de WEC, *1998 Survey of Energy Resources*, 18ème édition).
 2. En adoptant le coefficient de conversion du Conseil mondial de l'énergie de 1000 kWh (consommation finale) = 860 Mcal.

Annexe 6

TAUX DE CHANGE*
(unité monétaire nationale par dollar des États-Unis – USD)

PAYS (abréviation monétaire)	Juin 1998	Juin 1999	Juin 2000	Janvier 2001
Afrique du Sud (ZAR)	5,170	6,260	7,070	7,600
Algérie (DZD)	57,600	65,980	73,120	75,770
Allemagne (DEM)	1,780	1,867	2,088	2,101
Argentine (ARS)	0,998	0,998	0,998	0,998
Arménie (AMD)	495,000	545,000	537,000	556,000
Australie (AUD)	1,610	1,536	1,730	1,800
Autriche (ATS)	12,400	13,141	14,696	14,788
Belgique (BEF)	36,700	38,524	43,083	43,353
Bésil (BRL)	1,153	1,700	1,850	1,950
Bulgarie (BGL)	1 745,000	1 830,000	2,140	2,165
Canada (CAD)	1,460	1,470	1,500	1,510
Chili (CLP)	450,000	480,000	518,000	570,000
Chine (CNY)	8,270	8,270	8,267	8,266
Colombie (COP)	1 300,000	1 660,000	2 085,000	2 187,020
Congo, République du (XAF)	597,000	626,439	700,562	704,957
Corée, République de (KRW)	1 352,000	1 172,000	1 121,000	1 217,000
Costa Rica (CRC)	253,550	282,900	305,650	317,500
Cuba (CUP)	1,000	1,000	1,000	1,000
Danemark (Groenland) (DKK)	6,770	7,100	7,970	8,030
Égypte (EGP)	3,385	3,397	3,429	3,740
Espagne (ESP)	151,000	158,899	177,700	178,815
États-Unis (USD)	1,000	1,000	1,000	1,000
Finlande (FIM)	5,400	5,678	6,350	6,389
France (FRF)	5,970	6,264	7,005	7,049
Gabon (GBF)	597,000	626,439	700,562	704,957
Grèce (GRD)	305,000	311,000	364,000	366,204
Hongrie (HUF)	206,000	239,000	277,000	285,000
Inde (INR)	39,440	42,480	43,700	46,420
Indonésie (IDR)	11 700,000	7 800,000	8 236,000	9 108,000

* Source : Département des finances du Programme des Nations Unies pour le Développement, New York.

TAUX DE CHANGE* (suite)
(unité monétaire nationale par dollar des États-Unis – USD)

PAYS (abréviation monétaire)	Juin 1998	Juin 1999	Juin 2000	Janvier 2001
Iran, République islamique d' (IRR)	3 000,000	7 700,000	8 200,000	7 915,000
Italie (ITL)	1 740,000	1 849,140	2 067,940	2 080,910
Japon (JPY)	138,000	122,000	107,000	115,000
Jordanie (JOD)	0,708	0,708	0,708	0,708
Kazakhstan (KZT)	76,000	119,000	142,000	144,400
Kirghizistan (KGS)	19,920	40,700	48,100	49,000
Lituanie (LTL)	4,000	4,000	4,000	4,000
Malaisie (MYR)	3,728	3,767	3,774	3,785
Malawi (MWK)	25,890	43,300	49,020	80,500
Maroc (MAD)	9,610	9,802	10,668	10,805
Mauritanie (MRO)	176,300	204,550	239,980	249,090
Mexique (MXN)	8,500	9,250	9,420	9,500
Mongolie (MNT)	822,000	995,000	1 010,000	1 102,000
Namibie (NAD)	5,170	6,260	7,070	7,600
Niger (XOF)	597,000	626,439	700,562	704,957
Norvège (NOK)	7,520	7,890	8,910	8,880
Ouzbékistan (UZS)	87,760	115,860	231,000	690,000
Pays-Bas (NLG)	2,000	2,104	2,353	2,368
Pérou (PEN)	2,840	3,320	3,510	3,500
Philippines (PHP)	38,600	37,750	42,800	49,750
Pologne (PLN)	3,360	3,830	4,400	4,110
Portugal (PTE)	182,000	191,460	214,115	215,458
République slovaque (SKK)	34,080	44,203	47,686	48,511
République tchèque (CZK)	33,260	35,700	38,730	37,700
Roumanie (ROL)	8 501,000	15 463,000	20 553,000	25 632,000
Royaume-Uni (GBP)	0,600	0,630	0,666	0,680
Russie, Fédération de (RUB)	6,162	24,180	28,270	27,850
Slovénie (SIT)	160,000	177,430	221,000	231,000
Somalie (SOS)	7,486	7,950	9,700	10,460
Suède (SEK)	7,700	8,600	8,950	9,550
Suisse (CHF)	1,480	1,520	1,670	1,640
Syrie (SYP)	45,000	46,000	46,000	46,000
Tadjikistan (TJS)	754,000	----	----	2,400
Thaïlande (THB)	40,000	36,875	39,065	42,845
Turquie (TRL)	252 000,000	398 000,000	621 000,000	675 000,000

* Source : Département des finances du Programme des Nations Unies pour le Développement, New York.

TAUX DE CHANGE* (suite)
(unité monétaire nationale par dollar des États-Unis – USD)

PAYS (abréviation monétaire)	Juin 1998	Juin 1999	Juin 2000	Janvier 2001
Ukraine (UAH)	2,010	3,923	5,410	5,440
Uruguay (UYU)	10,300	11,080	11,880	12,390
Viêt Nam (VND)	12 975,000	13 863,000	14 028,000	14 460,000
Yougoslavie (YUM)	11,080	10,685	11,660	66,100
Zambie (ZMK)	1 670,000	2 370,000	2 870,000	4 100,000
Zimbabwe (ZWD)	17,920	37,223	37,182	55,000

* *Source* : Département des finances du Programme des Nations Unies pour le Développement, New York.

**GROUPEMENTS DE PAYS ET DE ZONES GÉOGRAPHIQUES*
COMPORTANT DES ACTIVITÉS LIÉES À L'URANIUM**

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	Guyane	Jamaïque
Panama	Paraguay	Pérou
République dominicaine	Surinam	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 et orientale

Arménie	Bélarus	Bulgarie
Croatie	Estonie	Grèce**
Hongrie**	Lituanie	Pologne**
République slovaque**	République tchèque**	Roumanie
Russie, Fédération de	Slovénie	Turquie**
Ukraine	Yougoslavie	

5. Afrique

Afrique du Sud	Algérie	Bénin
Botswana	Cameroun	Congo, Rép. démocratique

* Cette liste a été établie dans l'optique d'une description des pays sur une base géographique.

** Pays Membres de l'OCDE.

5. Afrique (suite)

Côte d'Ivoire	Egypte	Ethiopie
Gabon	Ghana	Jamahiriya arabe libyenne
Lesotho	Liberia	Madagascar
Malawi	Mali	Maroc
Mauritanie	Namibie	Niger
Nigeria	République centrafricaine	Rwanda
Sénégal	Somalie	Soudan
Tanzanie	Togo	Zambie
Zimbabwe		

6. Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale

Bangladesh	Inde	Iran, Rép. islamique d'
Jordanie	Kazakhstan	Kirghizistan
Ouzbékistan	Pakistan	République arabe syrienne
Sri Lanka	Tadjikistan	

7. Asie du Sud-Est

Indonésie	Malaisie	Philippines
Thaïlande	Viêt Nam	

8. Zone du Pacifique

Australie**	Nouvelle Zélande**
-------------	--------------------

9. Asie de l'Est²

Chine	Corée, République de**	Japon**
Mongolie	Corée, République populaire démocratique de	

On trouvera dans la liste ci-après les pays associés à d'autres groupements de nations utilisés dans le présent rapport.

Communauté des États Indépendants (CEI) ou Nouveaux États Indépendants (NEI)

Arménie	Azerbaïdjan	Bélarus
Géorgie	Kazakhstan	Kirghizistan
Moldave	Ouzbékistan	Russie, Fédération de
Tadjikistan	Turkménistan	Ukraine

Union Européenne

Allemagne	Autriche	Belgique	Danemark
Espagne	Finlande	France	Grèce
Irlande	Italie	Luxembourg	Pays-Bas
Portugal	Royaume-Uni	Suède	

2. Comprend le Taïpeh 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 <i>in situ</i> 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 Echange d'ions Extraction par solvants	EI ES

ÉGALEMENT DISPONIBLE

Publications de l'AEN d'intérêt général

Rapport annuel 2000 (2001) *Gratuit : papier ou web.*

AEN Infos

ISSN 1605-959X

Abonnement annuel : € 37 US\$ 45 GBP 26 ¥ 4 800

Brochure de l'AEN

Gratuit : papier ou web.

Le point sur l'évacuation des déchets radioactifs en formations géologiques (2000)

ISBN 92-64-28425-7

Prix : € 20 US\$ 20 GBP 12 ¥ 2 050

Programmes de gestion des déchets radioactifs des pays Membres de l'AEN/OCDE (1998)

ISBN 92-64-26033-1

Prix : € 32 US\$ 33 GBP 20 ¥ 4 150

Développement de l'énergie nucléaire

Le cycle du combustible nucléaire – Aspects économiques, environnementaux et sociaux (2002)

ISBN 92-64-29664-6

Prix : € 37 US\$ 33 GBP 23 ¥ 3 700

Réaménagement de l'environnement des sites de production d'uranium

ISBN 92-64-29509-7

Prix : € 70 US\$ 63 GBP 43 ¥ 7 050

Données de l'OCDE sur l'énergie nucléaire 2001 (2001)

Bilingue

ISBN 92-64-08707-9

Prix : € 20 US\$ 19 GBP 12 ¥ 1 900

Méthodes d'évaluation des conséquences économiques des accidents nucléaires (2000)

ISBN 92-64-27658-0

Prix : € 33 US\$ 31 GBP 19 ¥ 3 250

Gestion de l'uranium appauvri (2001)

ISBN 92-64-29525-9

Prix : € 20 US\$ 19 GBP 12 ¥ 1 900

Réduction des coûts en capital des centrales nucléaires (2000)

ISBN 92-64-27144-9

Prix : € 39 US\$ 38 GBP 24 ¥ 4 400

Enseignement et formation dans le domaine nucléaire : faut-il s'inquiéter ? (2000)

ISBN 92-64-28521-0

Prix : € 34 US\$ 31 GBP 19 ¥ 3 300

Enseignement et formation dans le domaine nucléaire : faut-il s'inquiéter ? (2000)

Un rapport de synthèse ISBN 92-64-28260-2

Gratuit : papier ou web.

Uranium 1999: Ressources, production et demande (2000)

ISBN 92-64-27198-8

Prix : €82 US\$ 77 GBP 48 ¥ 8 100

L'énergie nucléaire dans une perspective de développement durable (2000)

ISBN 92-64-28278-5

Gratuit : papier ou web.

Actinide and Fission Product Partitioning and Transmutation (2001)

Sixth Information Exchange Meeting, Madrid, Spain, 11-13 December 2000

ISBN 92-64-18466-X

Gratuit : papier ou web.

Externalities and Energy Policy: the Life Cycle Analysis Approach

Workshop Proceedings, Paris, France, 15-16 November 2001

Free: paper or web.

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: www.nea.fr**

Qté	Titre	ISBN	Prix	Total
Total				

Paiement inclus (chèque ou mandat à l'ordre des Éditions de l'OCDE).

Débitez ma carte de crédit VISA Eurocard/Mastercard American Express

(Les frais postaux sont inclus dans les prix)

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 2002 11 2 P) ISBN 92-64-29823-1 – n° 52628 2002