

COUVRIR LES BESOINS

TENDANCES MONDIALES DE LA PRODUCTION ET DE LA DEMANDE D'URANIUM

PAR JEAN-PAUL NICOLET ET DOUGLAS UNDERHILL

Dans beaucoup de pays, l'uranium est une ressource énergétique essentielle puisqu'elle est utilisée comme combustible dans les centrales nucléaires qui, au total, produisent environ 17 % de l'électricité dans le monde. Les projections indiquant une croissance rapide de la demande mondiale d'énergie, spécialement d'électricité, dans les décennies à venir, le prix et la disponibilité de toutes les sources d'énergie, et notamment de l'uranium, sont un élément clé pour la planification et pour les décisions dans le domaine de l'énergie. Dans les dix années écoulées, un nouveau contexte politique et économique a eu des répercussions sur le marché civil de l'uranium comme d'ailleurs sur l'ensemble du secteur de l'énergie.

Plusieurs facteurs ont affecté particulièrement le marché de l'uranium: les prévisions modifiées concernant la croissance du nucléaire et donc la demande de combustible nucléaire, l'émergence d'un marché libre plus intégré incluant les anciennes économies à planification centrale, et l'arrivée sur le marché civil d'uranium provenant du démantèlement des arsenaux nucléaires. Tous ces facteurs ont été à l'origine d'incertitudes concernant le marché de l'uranium et d'interrogations sur l'approvisionnement futur en combustible pour les centrales nucléaires.

Aujourd'hui, on enregistre des signes qui indiquent que la situation est en train de changer.

Le marché mondial de l'uranium s'oriente vers une relation plus équilibrée entre l'offre et la demande. Après une chute de près de 50 % entre 1988 et 1994, la production mondiale d'uranium a augmenté en 1995, en 1996 et en 1997. L'estimation pour 1997 fait apparaître une progression d'environ 20 % par rapport à 1994. Les prix de l'uranium sur le marché au comptant, qui avaient suivi des mouvements erratiques après avoir connu leur niveau historiquement le plus bas au milieu de 1994, étaient en progression de plus de 30 % au début de 1998.

Du côté de la production, d'importants développements sont intervenus dans plusieurs pays, notamment l'Australie, le Canada, les Etats-Unis, le Kazakhstan, la Mongolie et l'Ouzbékistan. L'année 1997 a vu se poursuivre la mise sur le marché d'uranium faiblement enrichi (LEU) issu par mélange des 500 tonnes d'uranium hautement enrichi (HEU) achetées à la Russie par les Etats-Unis. Les premières livraisons aux Etats-Unis au titre de cet accord ont été faites par la Russie en 1996 et 1997.

La production mondiale d'uranium est inférieure aux besoins depuis 1990. Seulement environ 60 % des besoins mondiaux pour l'approvisionnement des réacteurs nucléaires — soit environ 63 800 tonnes d'uranium (tU) — ont été couverts par la production en 1997. Cette situation d'insuffisance de l'offre a entraîné

des prélèvements cumulés sur les stocks mondiaux d'environ 160 000 tU depuis 1990.

(Voir les graphiques page suivante.)

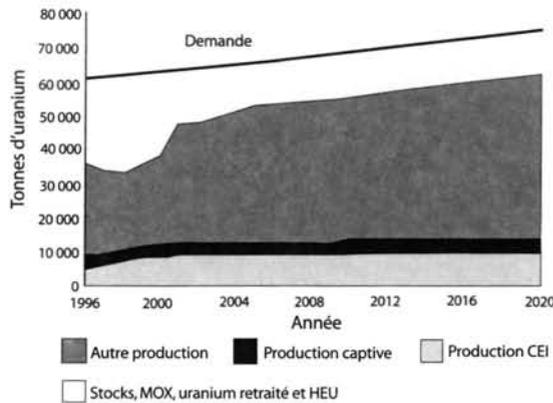
Ces prélèvements sur les stocks devraient persister et dépasser 20 000 tU en 1998. L'épuisement rapide des réserves a fait tomber le stock d'uranium civil à un niveau où, selon certains analystes, l'uranium excédentaire disponible pour la vente n'existe plus qu'en quantités limitées. Bien que les réserves restent substantielles, la hausse des prix sur le marché au comptant en 1995-1996 est le signe qu'elles se rapprochent beaucoup du niveau souhaité.

PROJECTIONS DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE

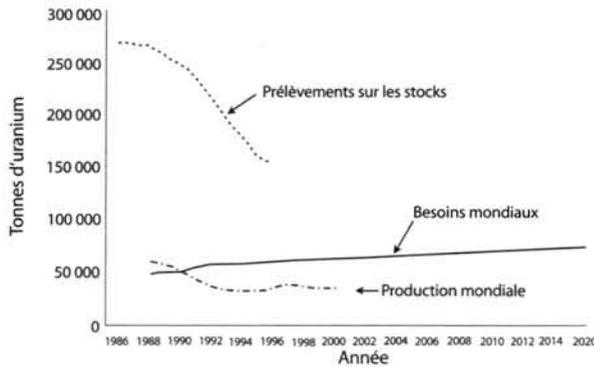
Lorsqu'on analyse les possibilités d'une offre de complément pour couvrir les besoins des réacteurs, on conclut que la production d'uranium continuera d'être la source principale de combustible nucléaire. La question se pose donc de savoir si les ressources en uranium et la capacité de production suffisent pour répondre en temps voulu à la demande. Pour répondre à cette question, l'AIEA a invité des spécialistes à analyser les informations dont on dispose et à établir un rapport contenant des projections jusqu'en 2020. Le présent article présente les

M. Nicolet et M. Underhill sont membres de la Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets à l'AIEA.

PREVISIONS DE LA PRODUCTION ET DE L'OFFRE D'URANIUM



PRODUCTION, BESOINS ET STOCKS D'URANIUM DANS LE MONDE



Note: Les chiffres ne comprennent pas les stocks civils de la CEI ni l'uranium fortement enrichi provenant des Etats-Unis et de la CEI.

conclusions principales de ce rapport et décrit diverses activités de l'AIEA relatives à la prospection et à la production d'uranium. (Voir l'encadré, page 20.)

Projections de la demande. On a une assez bonne idée de la demande mondiale d'uranium jusqu'en 2005. Après cette date, les projections sont plus incertaines en raison des fermetures possibles de centrales nucléaires, des hypothèses variables sur les calendriers de construction et de l'absence de nouvelles commandes. D'après l'analyse mentionnée ci-dessus, les besoins annuels devraient augmenter et passer de 61 500 tU en 1997 à 75 000 tU en 2020.

Ces chiffres correspondent à la courbe de "meilleur ajustement"

des valeurs moyennes de la demande que l'on a pu construire en se basant sur une analyse de plusieurs projections publiées. La demande des réacteurs croît au rythme d'environ 600 tU/a jusqu'en 2020, soit moins de 1 % par an. Le total des besoins cumulés pour la période s'établit à environ 1,638 million tU.

Projections de l'offre. Les sources d'approvisionnement en uranium qui devraient être disponibles pour satisfaire les besoins des réacteurs comprennent:

■ **Les stocks des compagnies d'électricité et des producteurs.** On connaît deux types de stocks: les stocks excédentaires des pays occidentaux et les stocks estimés détenus par la Fédération de Russie. Dans leur majorité, les

stocks non russes sont détenus par les compagnies d'électricité pour des raisons de sécurité des approvisionnements. Les producteurs, les négociants et le Ministère de l'énergie des Etats-Unis possèdent aussi de l'uranium en plus petites quantités. Les stocks discrétionnaires des compagnies d'électricité (uranium détenu par les compagnies en sus des quantités qu'elles préfèrent ou qu'elles doivent obligatoirement conserver en stock) au début de 1997 étaient estimés à un total d'environ 50 000 tU. Selon les projections, les derniers stocks discrétionnaires devraient être vendus en l'an 2000. Le stock d'uranium naturel et/ou de LEU détenu par la Fédération de Russie au début de 1997 a été estimé à un total d'environ 30 000 tU. Les projections indiquent que ce stock devrait être épuisé en 2004.

■ **Les 500 tonnes d'uranium fortement enrichi provenant des armes nucléaires russes.** Il n'y a probablement aucune source d'approvisionnement en uranium qui soit entourée d'autant d'incertitudes que le HEU détenu par la Fédération de Russie. A la fois la politique, l'économie et la technologie détermineront la possibilité d'approvisionnement en uranium provenant de cette source. La livraison d'un total de 500 tonnes, équivalant à 153 000 tonnes d'uranium naturel, est prévue. Mais des raisons politiques et techniques rendent le calendrier de livraison incertain. L'hypothèse est que le LEU provenant du HEU russe sera offert sur le marché au rythme des livraisons prévues de LEU aux Etats-Unis. Dans l'état actuel, le calendrier prévoit la livraison de 18 tonnes, 24 tonnes et 30 tonnes de HEU équivalent (5 733 tonnes, 7 644 tonnes et 9 555 tonnes respectivement d'uranium naturel) en 1997, 1998 et 1999. Dans cette projection, les livraisons se poursuivent à raison de 30 tonnes

de HEU équivalent jusqu'en 2012. On suppose aussi que des quantités supplémentaires de LEU obtenu par mélange à partir de HEU de Russie et des Etats-Unis continueront d'être livrées jusqu'en 2020.

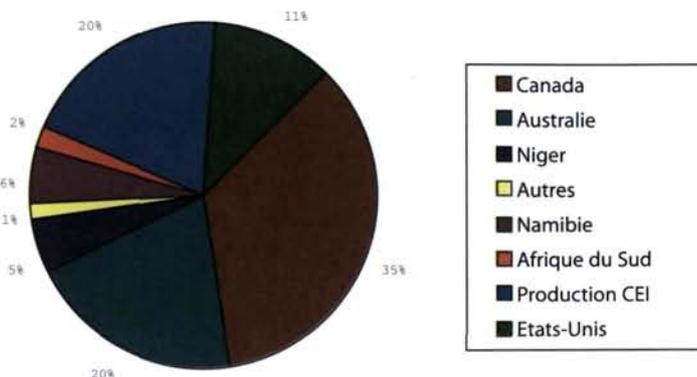
■ **Le combustible à oxyde mixte uranium-plutonium (MOX) et l'uranium retraité.** Si l'on suppose que les pays maintiennent les politiques actuelles concernant le retraitement du combustible nucléaire utilisé par opposition au stockage définitif direct, le marché futur pour les options ci-dessus sera limité. L'uranium et le plutonium retraités destinés à la fabrication de combustible MOX ne représentent un élément important de l'offre que dans un petit nombre de pays. Le combustible MOX et l'uranium retraité ne devraient pas couvrir plus de 6 % du total des besoins annuels jusqu'en 2020. Les besoins non couverts devront l'être par l'uranium naturel produit à partir des sources ci-après.

■ **L'uranium naturel extrait et traité dans la Communauté d'Etats indépendants (CEI).** La production de la CEI, estimée à 6 285 tU en 1997, devrait atteindre 9 785 tU en 2001 et rester à ce niveau jusqu'en 2020. Ceci représente 15 % des besoins mondiaux. Des incertitudes existent cependant quant à la capacité de la CEI de produire cette quantité d'uranium.

■ **La production captive.** Il s'agit ici de la production réservée aux programmes nucléaires nationaux. Cette production captive équilibre la demande en Argentine, au Brésil, en Espagne, en Inde, au Pakistan et en Roumanie. Sont également captives les productions de la France (arrêt prévu en 1999), de la République tchèque (production jusqu'en 2003), de la Hongrie (fin de la production en 1997) et du Portugal (production jusqu'en 2020). La production captive représente environ 5 % des besoins, soit 3 200 tU par an.

URANIUM: PRODUCTION MONDIALE ACCUMULEE

(total = 1,245 million tU)



■ **Le "Total autre" de l'uranium naturel extrait et traité.** Cette catégorie représente la production d'uranium d'Amérique du Nord, d'Afrique, d'Australie et d'Europe. Elle couvre 57 % des besoins et passe de 28 000 tU en 1997 à 38 500 tU en 2001. Elle atteint ensuite progressivement 47 700 tU en 2020. La production des sites ayant des réserves bien définies d'uranium suffit pour couvrir les besoins jusqu'en 2012. Au-delà de cette date, on aura besoin pour combler la différence de ressources moins bien connues. Le Canada devrait être le producteur principal pendant toute la période couverte par l'étude. Sa production devrait culminer à 20 400 tU en l'an 2000 et ensuite descendre à environ 38 % de l'offre totale de cette catégorie en 2020. Il y aura en effet épuisement des réserves et accroissement de la capacité de production à faible coût ailleurs dans le monde. En 1997, on s'attendait à ce que la production dans cette catégorie en Australie et aux Etats-Unis passe de 21 % à 29 % et de 10 % à 16 % respectivement du total de l'uranium naturel. La production cumulée du Niger et de la Namibie devrait couvrir entre 5 % et 10 % de la demande jusqu'en 2020. (Voir illustration.)

Ainsi qu'il est indiqué dans l'édition 1997 de *Uranium: ressources, production et demande* (le Livre rouge, établi conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et l'AIEA), la capacité théorique de production annuelle mondiale au 1er janvier 1997 était de 43 000 tU. Ce chiffre se décompose ainsi: 8 050, 2 600 et 32 350 tU/an, représentant respectivement la capacité théorique de production des catégories CEI, production captive et "Total autre".

En 1996, la production d'uranium avait été de 36 195 tU, soit un taux d'utilisation d'environ 84 % de la capacité théorique de production mondiale. (L'utilisation de la capacité théorique de production est définie comme la production divisée par la capacité de production disponible.) Sur le total de la production, 6 275, 2 440 et 27 450 tU respectivement provenaient des catégories CEI, production captive et "Total autre". En termes d'utilisation de la capacité théorique de production, ceci représentait 78 %, 93 % et 85 % respectivement pour ces trois catégories.

En 2005, l'estimation est d'environ 52 500 tU, chiffre d'environ 44 % supérieur à celui de 1996.

TYPES D'APPUI

Quarante-quatre Etats Membres de l'AIEA ont des activités de prospection et/ou de production d'uranium. Parmi eux, 22 sont des pays en développement ou des pays émergents qui bénéficient de certains types d'appui de la part de l'AIEA. Les activités en question sont les suivantes:

Etablissement du rapport sur la situation mondiale dans le domaine de l'uranium: Ressources, production et demande, aussi connu sous le nom de "Livre rouge", paraissant tous les deux ans. Le rapport est établi conjointement par l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques et par l'AIEA. L'édition de 1997 est la plus complète à ce jour et contient les rapports de 59 pays. Elle présente pour la première fois des rapports de tous les pays producteurs d'uranium, y compris les informations communiquées officiellement par la Fédération de Russie et l'Ouzbékistan. Le rapport est un document utile pour les planificateurs et les décideurs concernés par l'offre et la demande d'uranium.

La carte mondiale. Cette carte des dépôts d'uranium dans le monde avec le guide d'utilisation qui l'accompagne est le premier tableau mondial de tous les gisements d'uranium avec des descriptions techniques de leur contexte géologique, de leur cubage, de leur teneur, du type de mines et de l'état de l'exploitation. Il constitue une aide pour la planification stratégique nationale, et notamment pour les décisions relatives à la mise en valeur des ressources locales en uranium.

Transfert d'expérience. Au cours des 15 dernières années, la baisse des prix de l'uranium et le souci

croissant de sûreté des opérations d'extraction et de protection de l'environnement ont entraîné une multiplication des règlements et la fermeture des exploitations non rentables. En même temps, les techniques de prospection et d'extraction ont connu des progrès considérables et il existe maintenant des méthodes qui sont plus respectueuses de l'environnement et plus efficaces économiquement. L'Agence joue un rôle actif dans le transfert de ces technologies et de cette expérience technique. De nombreux pays accordent un intérêt croissant à la technique de lixiviation in situ qui permet d'extraire l'uranium des grès perméables saturés. Les solutions sont injectées par des puits et sont ensuite pompées pour être traitées en vue de récupérer l'uranium. Cette méthode, qui évite d'avoir à briser la roche pour la transporter à une usine de traitement, est avantageuse sur le plan économique et sur le plan de l'environnement et de la sûreté si les opérations sont bien conçues et bien exécutées, et si les sites sont sélectionnés avec soin. Les pays suivants l'utilisent ou prévoient de l'utiliser: Australie, Chine, Etats-Unis, Fédération de Russie, Kazakhstan, Mongolie, Ouzbékistan, Pakistan et République tchèque. Environ 13 % de l'uranium mondial a été produit en 1996 par lixiviation in situ. Dans ce domaine l'AIEA exécute un certain nombre de projets de coopération technique, et a récemment organisé une réunion technique destinée aux pays en développement.

Pour produire cette quantité, il faudrait un accroissement de la capacité théorique de production de l'ordre de 22 à 26 % par rapport au niveau actuel de 43 000 tU. Selon cette projection, il reste seulement sept ans pour la planification, l'autorisation, la construction et la mise en production d'exploitations minières. Il faudra une capacité supplémentaire pour produire environ 61 500 tU/an en 2020, et également pour remplacer les capacités qui disparaissent lorsque les ressources s'épuisent.

COUVRIR LES BESOINS

Avec une projection modeste de 1 % de croissance annuelle, il est

estimé que les besoins mondiaux d'uranium passeront de 61 500 tU en 1997 à 75 000 tU en 2020. La demande cumulée de la période s'établit à 1,638 million tU.

En 1996, la production a couvert environ 60 % des besoins mondiaux, le reste provenant des stocks. Cette source, qui a fourni une moyenne de 23 000 tU/an environ depuis 1992, s'épuise. Il faudra donc que l'offre provenant d'autres sources augmente. Quelles sont celles qui permettraient de couvrir les besoins jusqu'en 2020?

La production minière restera la première source d'approvisionnement, couvrant 76 à 78 % des besoins cumulés jusqu'en 2020.

Les autres sources qui viendront combler la différence sont, par ordre d'importance, le LEU dérivé du HEU d'origine militaire (11 à 13 %), le retraitement de combustible nucléaire usé (6 %), et les stocks excédentaires (5 %). La part des stocks stratégiques du Gouvernement des Etats-Unis, et des stocks stratégiques russes n'est pas connue actuellement.

Pour couvrir les besoins calculés, il faudra que toutes les sources d'approvisionnement en uranium accroissent leur contribution comme prévu, autrement il y aura dès le début du prochain siècle insuffisance de l'offre d'un ou de plusieurs types de producteurs. □