

LES RESSOURCES EN URANIUM SONT ELLES SUFFISANTES POUR FAIRE FACE A LA REPRISE ATTENDUE DE LA PRODUCTION MONDIALE D'ÉLECTRICITÉ NUCLÉAIRE ?

En ces temps d'intérêt croissant pour l'énergie nucléaire, nous entendons tout et son contraire sur les ressources en uranium.

Pour certains, les ressources en uranium sont limitées, les réserves identifiées représentent 70 ans de consommation au rythme actuel.

Pour d'autres, nous avons assez d'uranium pour assurer une production importante d'électricité nucléaire pour plusieurs milliers d'années.

Qui dit vrai, qui dit faux ?

LES FAITS

Les ressources connues

Les ressources connues sont recensées périodiquement par l'Agence de l'Energie Nucléaire de l'OCDE et l'AIEA à partir des déclarations des différents Etats. En 2005, elles se montaient à 4 743 000 tonnes d'uranium exploitable à un coût inférieur à 130 dollars US par kilo d'uranium et se répartissaient ainsi :

PAYS	TONNES D'URANIUM	% des ressources totales
Australie	1 143 000	24 %
Kazakhstan	816 000	17 %
Canada	444 000	9 %
Etats-Unis	342 000	7 %
Afrique du Sud	341 000	7 %
Namibie	282 000	6 %
Brésil	279 000	6 %
Niger	225 000	5 %
Russie	172 000	4 %
Ouzbékistan	116 000	2 %
Ukraine	90 000	2 %
Jordanie	79 000	2 %
Inde	67 000	%
Chine	60 000	1 %
Autres	287 000	6 %
Total	4 743 000	100%

Source: OECD NEA & IAEA, *Uranium 2005: Resources, Production and Demand* ("Red Book").

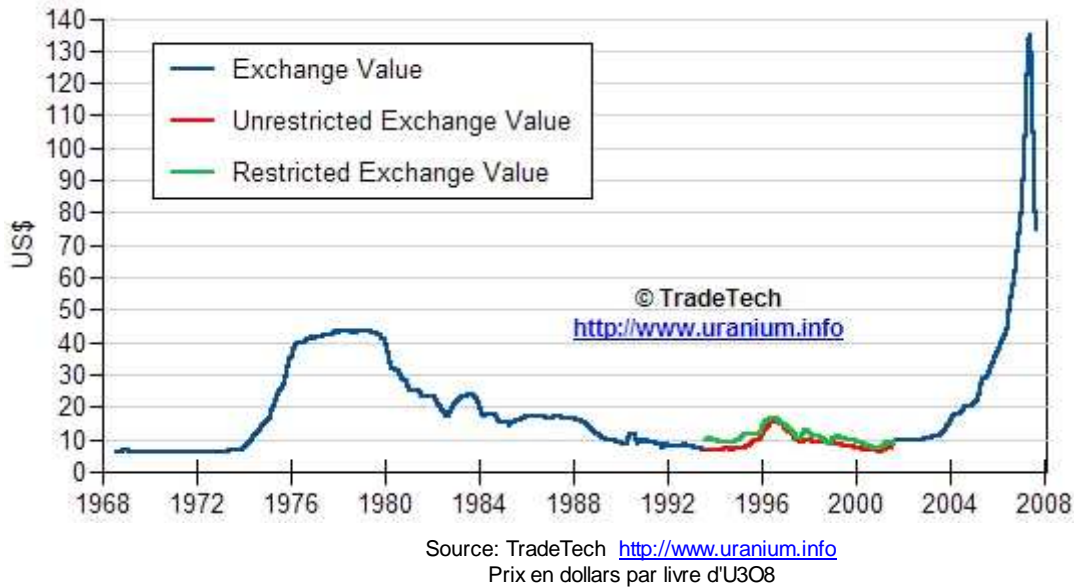
Cette répartition géographique est très différente de celle constatée pour le pétrole ou le gaz, ce qui rend l'approvisionnement en uranium beaucoup moins sensible aux aléas politiques.

La consommation mondiale actuelle d'uranium est de l'ordre de 66 500 tonnes d'uranium par an.

Ainsi les ressources mentionnées ci-dessus correspondent bien à 70 ans de consommation au rythme actuel.

Les prix et leur évolution:

L'évolution des prix de l'uranium est très significative du nouvel intérêt porté sur la production d'énergie nucléaire :



Depuis 2004, le prix spot est passé d'un niveau de 10 dollars par livre d'U₃O₈ à un pic de 136 dollars en juin 2007. Depuis il est retombé à 75 dollars. Le prix de 136 dollars n'était pas loin du sommet historique de 1978 (43,4 dollars par livre soit l'équivalent de 145 dollars d'aujourd'hui).

Certes ces prix correspondent à des transactions à très court terme portant sur de faibles quantités, mais leur évolution est significative :

De 1950 à 1970, c'est la course aux armements nucléaires, et les besoins du nucléaire civil sont marginaux. L'uranium est une matière stratégique qu'il faut obtenir à n'importe quel prix. De gros efforts de prospection sont engagés, soit par les Etats, soit par des sociétés minières titulaires de contrats militaires, particulièrement avec le gouvernement US. C'est ainsi que des investissements importants, vite amortis, seront effectués dans l'exploration et l'industrie minière. Un million de tonnes d'uranium seront produites pendant cette période, en particulier dans le bloc de l'Est. C'est près de 20 ans de la consommation actuelle!

Entre 1970 et 1974, les besoins militaires commencent à baisser, le faible nombre d'opérateurs de centrales nucléaires civiles profite des prix bas liés aux excédents de production.

1974 : C'est le premier choc pétrolier: Les commandes de centrales affluent, on craint la pénurie d'uranium, la prospection est relancée. Le prix de l'uranium atteint son palier historique à plus de 40 dollars de l'époque entre 1976 et 1980

1979 : L'incident de Three Mile Island donne lieu à de nombreuses annulations de commandes de réacteurs, notamment aux Etats-Unis. L'industrie minière de l'uranium va traverser une longue crise qui, amplifiée par l'accident de Tchernobyl et confortée par un bas prix du pétrole, durera jusqu'en 2004. Le prix du marché spot devient inférieur aux prix de production, on travaille au coût marginal et on consomme les stocks d'uranium civil puis, à partir de 1990, les excédents d'uranium militaire, principalement russes. La production est très inférieure aux besoins et la prospection s'arrête.

2004 : Devant le regain d'intérêt pour le nucléaire, le marché prend conscience de la fragilité de la situation: La production (42 000 tonnes d'U) reste très inférieure à la consommation (66500 tonnes d'U).

Les stocks s'épuisent, les prix s'envolent à l'annonce de la reprise du nucléaire dans de nombreux pays et à l'augmentation continue du prix du pétrole. Dans ce marché tendu, tout incident, tel que le retard dans le démarrage de la mine canadienne de Cigar Lake, suffit à provoquer des emballements ou susciter des spéculations.

LES QUESTIONS

Peut-on supporter une augmentation massive des prix de l'uranium?

Actuellement, le prix de la matière première, l'uranium, n'entre que pour environ 5 % dans le coût de l'électricité produite. Ainsi, une augmentation même importante du coût de la matière première a une incidence limitée sur le prix global de l'électricité nucléaire. Par ailleurs il est très possible, pour un Etat ou une grande compagnie électrique, de constituer un stock stratégique d'uranium correspondant à plusieurs années de consommation, ce qui les met à l'abri des fluctuations ou pressions diverses. Dans le cas du pétrole ou du gaz, il est difficile de stocker plus de trois mois de consommation.

Ainsi pour l'électricité nucléaire, on peut se permettre de payer l'uranium beaucoup plus cher sans incidence dramatique sur le prix de l'électricité. Il faut noter que la situation est exactement inversée pour les combustibles fossiles où le prix du combustible intervient pour plus de 70 % dans le prix de l'électricité.

Peut-on dès maintenant économiser de l'uranium à quantité d'électricité produite égale?

Pendant les vingt-cinq dernières années, le prix de marché de l'uranium était en général inférieur au prix moyen de production, la tendance était alors "d'écramer" : on épuisait les mines les plus rentables et la "teneur de coupure", celle à partir de laquelle le minerai est déposé comme stérile, était élevée. Une meilleure utilisation du gisement peut conduire à une augmentation de production d'uranium de 10 à 20 %. Par ailleurs, les optimisations économiques privilégiaient une consommation forte d'uranium et un recours plus limité aux services du cycle du combustible. Des gains sont possibles:

- Une séparation isotopique plus poussée lors de l'opération enrichissement (baisse des teneurs de rejet) peut conduire à une économie d'uranium pouvant aller jusqu'à 30 %.
- Le traitement du combustible usé et le recyclage de l'uranium ainsi récupéré permettent d'économiser environ 20 %.

Y a-t-il de l'uranium à découvrir au-delà des ressources connues.

L'uranium est un métal assez bien réparti sur la planète, son abondance est comparable à celle de l'étain et du zinc. Il est présent dans de nombreuses formations géologiques différentes. Sa concentration moyenne dans la croûte terrestre est de 2,8 ppm. Depuis vingt-cinq ans, la stagnation des prix de l'uranium a conduit à une réduction massive des dépenses d'exploration. Elles se sont limitées à un approfondissement de la connaissance des bassins miniers existants, (ce qui a néanmoins conduit à un accroissement non négligeable des ressources identifiées). Par contre, en dehors de ces bassins miniers, les efforts d'exploration ont pratiquement cessé. L'amélioration des prix conduit maintenant à une relance tous azimuts de l'exploration dans une industrie minière encore jeune et qui bénéficiera de mutations technologiques importantes. Cette relance conduira à augmenter très sensiblement les ressources identifiées à un coût d'exploitation raisonnable. Les experts donnent un facteur 3 à 5 par rapport aux ressources identifiées actuelles.

Peut-on compter sur les sources dites "non conventionnelles"?

Les phosphates constituent une source annexe d'uranium quand le prix de ce dernier est suffisamment élevé (au moins 40 \$/lb U₃O₈). En dehors de gisements exceptionnels comme celui d'Itataïa au Brésil ou de Bakouma en République Centrafricaine (teneur de 3000 à 4000 ppm), les teneurs sont assez basses (de 50 à ppm en Tunisie à 200 ppm en Floride). Le plus gros producteur d'acide phosphorique au monde est le Maroc (teneur en U 120 ppm). La récupération de l'uranium (en tant que sous-produit) de toutes

ses unités de production d'acide phosphorique pourrait conduire à une production annuelle de 800 à 1000 tonnes d'uranium. Un programme de coopération pour développer procédés et projets industriels est en cours entre l'Office Chérifien des Phosphates et AREVA.

Reste la question de l'eau de mer: La concentration moyenne en uranium y est de 3,3 mg/m³ ce qui conduit à une ressource théorique énorme de l'ordre de 4,6 milliards de tonnes. Les quantités d'eau à véhiculer dans une installation sont gigantesques. Le Japon et l'Inde maintiennent un programme à l'échelle du laboratoire, mais cette ressource ne paraît pas devoir être utilisée à court ou moyen terme à l'échelle des besoins mondiaux. Certains cas particuliers restent possibles tels que l'extraction dans des courants marins particulièrement appropriés.

Et les futurs réacteurs ?

Les programmes de recherche internationaux, dits "génération IV", visent à définir les réacteurs à qui seront en service autour de 2050. Ils s'orientent très nettement vers la filière à neutrons rapides qui utilisera beaucoup mieux l'uranium. En effet, les réacteurs actuels à eau pressurisée utilisent l'uranium 235 qui n'est présent qu'à 0,7 % dans l'uranium naturel. Les réacteurs à neutrons rapides, utilisés en surgénérateurs, peuvent transformer l'uranium 238 (plus de 99%) en plutonium fissile utilisable. L'emploi de l'uranium sera ainsi amélioré d'un facteur au moins 50.

Les ressources en uranium seront alors largement suffisantes pour faire face aux besoins. On pourra par ailleurs recycler les stocks d'uranium appauvri en isotope 235 issus de l'étape enrichissement et accumulés depuis l'origine de l'utilisation réacteurs à eau pressurisée. En France, ces stocks sont transformés en oxydes stables et insolubles et entreposés à long terme. Cette technique originale commence à s'exporter.

A noter que, au-delà du réacteur à uranium, on commence envisager sérieusement l'utilisation du thorium. Cet élément est deux fois plus abondant dans la croûte terrestre que l'uranium. L'Inde vient de décider de développer cette filière.

EN RÉSUMÉ

Il est vrai que les ressources connues d'uranium à un prix inférieur à 130 \$/kgU représentent 70 ans de consommation au rythme actuel.

Cette situation fait suite à une longue période de marasme de l'industrie minière mondiale au cours de laquelle les prix ont été très bas, l'uranium gaspillé et les projets d'exploration suspendus. Avec les réacteurs actuels l'augmentation massive des prix conduira:

- à des découvertes nouvelles permettant d'augmenter significativement les réserves
- à une meilleure utilisation de l'uranium permettant de diminuer de moitié sa consommation (diminution des teneurs de coupure lors de l'exploitation des gisements, séparation isotopique plus poussée, traitement des combustibles usés et recyclage)

Mais c'est le passage aux réacteurs aux neutrons rapides qui diminuera d'un facteur au moins 50 la consommation d'uranium. Le nucléaire sera alors un outil important de développement durable à côté des énergies dites renouvelables.