

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 113 (1987)
Heft: 26

Artikel: Ressources en uranium et expansion de l'énergie nucléaire
Autor: Pfaeffli, Jean-Louis
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76460>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ressources en uranium et expansion de l'énergie nucléaire¹

par Jean-Louis Pfaeffli, Lausanne

Le recours à l'énergie nucléaire conduit inmanquablement à poser la question des ressources en uranium et de leur disponibilité à court, à moyen et à long terme. L'objet de cet exposé n'est pas de présenter de nouveaux scénarios de développement de l'énergie nucléaire et l'utilisation des ressources en uranium qu'ils entraîneraient, mais, d'une part, d'exposer certains aspects propres à ces ressources et à leur utilisation, ce qui permettra de mieux en apprécier l'ampleur et, d'autre part, d'énoncer les raisons qui font apparaître que l'approvisionnement en uranium ne constitue pas un frein à l'expansion de l'énergie nucléaire.

Nature et étendue des ressources d'uranium

Il existe une énorme quantité d'uranium répartie de façon plus ou moins uniforme dans la croûte terrestre. Le sol en contient en moyenne 3 à 4 g par tonne, alors que, dans la mer, sa concentration se situe aux environs de 3 mg par tonne d'eau. Il apparaît sous une forme plus concentrée dans les quelque 150 espèces de minéraux uranifères répertoriés que l'on trouve dans la couche terrestre, le gisement commercial de plus forte concentration trouvé à ce jour atteignant une teneur moyenne de 120 kg d'uranium par tonne de minerai. En raison de la nature et du nombre des phénomènes dont dépend leur formation, l'abondance des gisements uranifères dans le sol est d'autant plus grande que leur concentration en uranium est plus faible, ressemblant en cela à ceux de métaux tels que le chrome, le zinc ou le plomb.

Le coût d'extraction du minerai d'uranium est d'autant plus élevé que sa teneur en uranium est plus faible. Il en résulte que la quantité des ressources en uranium exploitables devient d'autant plus grande que le coût acceptable de l'uranium, et donc celui de son extraction, augmente.

Deux aspects doivent être pris en considération pour estimer l'ampleur des ressources en uranium qui pourraient être économiquement exploitables. C'est d'une part l'évolution des techniques d'extraction de l'uranium et leur incidence sur les coûts d'extraction. D'autre part, et c'est là l'une des remarquables particularités de l'énergie nucléaire, le coût de l'uranium naturel ne constitue qu'une part très modeste du coût de production total du kilowatt-heure nucléaire (actuellement environ 5% pour de l'uranium à 30 \$ par livre d' U_3O_8). N'était la recherche légitime du coût minimal de production, on pourrait dès aujourd'hui s'accommoder dans de nombreux pays

d'un prix de l'uranium deux à cinq fois plus élevé sans compromettre l'intérêt économique de l'énergie nucléaire. L'enrichissement de l'uranium par rayon laser, attendu pour la fin du siècle, permettra, en raison de sa capacité élevée de séparation isotopique, de réduire les besoins spécifiques d'uranium naturel. Cela aura comme conséquence de réduire encore la part du prix de l'uranium naturel dans le coût de production du kilowatt-heure.

Pour juger de l'étendue des ressources en uranium, il est donc nécessaire de tenir compte de leur répartition dans le sol, du rôle modeste que joue leur coût d'extraction dans le coût de production de l'électricité et des développements technologiques en cours.

Données actuelles sur les ressources en uranium exploitables

L'état des ressources en uranium des pays du monde à économie de marché (MEM) fait périodiquement l'objet d'une compilation et d'une analyse par des experts de l'OCDE et de l'AIEA. Les données les plus récentes résultant des travaux de ces experts sont présentées dans un rapport publié en 1986 [1]². Selon ce rapport, pour les pays du MEM, les ressources en uranium connues qui, d'après la définition des experts de l'OCDE et de l'AIEA, sont constituées des ressources assurées et des ressources supplémentaires estimées exploitables à un coût inférieur à 130 \$ par kilogramme, se montent à 3,55 millions de tonnes. Pour la même plage de coûts, l'ensemble constitué

d'autres ressources supplémentaires et des ressources spéculatives estimées à partir de données géologiques se situe entre 11,2 et 13,7 millions de tonnes d'uranium. Il existe en outre, dans la catégorie des ressources dites «non classiques», plus de 7 millions de tonnes d'uranium qui, pour l'essentiel, se trouve dans des phosphates. Le tableau ci-contre reprend les données relatives à ces diverses catégories de ressources.

Dans l'évaluation des ressources précitées, il convient de prendre en considération le fait qu'elles correspondent, dans leur quasi-totalité, à des ressources exploitables à des coûts inférieurs à 130 \$ par kilogramme d'uranium (50 \$ par livre d' U_3O_8). De plus, les données concernant les ressources connues reposent sur un niveau de prospection relativement limité à ce jour. C'est ainsi que, au Canada par exemple, les ressources connues augmentent de façon continue malgré un niveau élevé d'exploitation. Pour obtenir une meilleure appréciation de ce que représentent les ressources en uranium indiquées dans le tableau, on peut les exprimer en nombre d'années d'approvisionnement du parc actuel de centrales. C'est ainsi que l'ensemble des ressources «connues» (3,55 millions de tonnes) situées dans les pays du MEM permettraient d'alimenter pendant un siècle le parc des centrales nucléaires actuellement en fonctionnement dans ces pays. En faisant l'hypothèse d'un retraitement et d'un recyclage systématique des produits fissiles ainsi récupérés, ce même parc pourrait être alimenté pour quelque cent cinquante ans. Quant à l'ensemble des ressources indiquées dans le tableau, elles permettraient, sans faire intervenir de retraitement, d'alimenter cinq fois le parc actuel des pays du MEM pendant plus de cent vingt ans. Si l'on considère que la puissance nucléaire installée dans le MEM en l'an 2000 n'augmentera que d'un facteur 1,6 (passant de 230 000 à quelque 380 000 MWe) et que les données actuelles sur l'état des ressources en uranium sont très lacunaires, on peut à juste titre considérer que les ressources en uranium, en tant que telles, ne constituent pas une cause plausible de limitation au développement de l'énergie nucléaire. Cela d'autant plus que, dans les considé-

Données actuelles sur les ressources en uranium des pays du MEM.

Catégories	Quantités en millions de tonnes d'uranium
Raisonnement assurées (<130 \$/kg U)	2,25
Suppl. estimées Cat. I (<130 \$/kg U)	1,30
Suppl. estimées Cat. II (<130 \$/kg U)	1,61
Spéculatives (<130 \$/kg U)	9,6 à 12,1
Non classiques (principalement phosphates)	>7

¹ Cet article est une version abrégée d'un texte qui a paru dans le *Bulletin ASPEA* N° 16/1987.

² Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

rations présentées ci-dessus, il n'a pas été tenu compte des surgénérateurs et de leur capacité d'utiliser l'uranium naturel environ 60 fois mieux que les réacteurs à eau légère.

Couverture des besoins

De fait, la question qui se pose véritablement est celle de l'adaptation de la capacité de production d'uranium à la demande. Cela implique l'estimation réaliste des besoins à venir afin de mettre en œuvre les moyens de production supplémentaires qui seront nécessaires, et d'engager les efforts de prospection qui assureront qu'une quantité suffisante des ressources qui se trouvent actuellement dans les catégories dites «supplémentaires» et «spéculatives» passent, dans des délais acceptables, dans la catégorie des ressources «connues».

Si une telle évaluation est relativement aisée pour le court et le moyen terme, l'étude de la couverture des besoins en uranium à long terme se trouve en revanche confrontée à de multiples questions.

Sur le plan de la demande, il s'agit de définir avec plus de vingt ans d'anticipation le rythme de croissance du nucléaire; de prendre en compte les améliorations techniques et les nouvelles technologies qui affectent l'utilisation énergétique de l'uranium; d'estimer l'extension que prendront le retraitement du combustible irradié et le recyclage des matières fissiles ainsi mises à disposition; enfin d'établir le rôle que joueront les surgénérateurs, voire les réacteurs alimentés au thorium.

Sur le plan de la prospection, de la découverte de nouveaux gisements et de leur mise en valeur, l'estimation est encore plus ardue, car elle implique la prise en considération des efforts et des investissements qui y seront consacrés, des mécanismes de marché qui, traditionnellement, interviennent dans ce genre d'activités, des éventuelles interventions gouvernementales, ainsi que de l'influence de nouvelles techniques de prospection et d'extraction de l'uranium.

On saisit la difficulté de telles études et on comprend que la prudence est de rigueur face à tout résultat brut. Un exemple typique est celui de l'épuisement des réserves en uranium. Partant d'un scénario de croissance du nucléaire et de diverses hypothèses sur le type de réacteurs utilisés, on peut construire des courbes représentant l'évolution des besoins cumulés en uranium, puis, se fondant sur les données actuelles concernant les diverses catégories de ressources en uranium, en déduire les dates d'épuisement de ces ressources. Une étude menée dans le cadre de la Conférence mondiale de l'énergie [2] utilise cette approche. Il s'agit d'une démarche très simplificatrice qui consiste à comparer un ensemble dynamique (l'évolution des



Mine d'uranium.

(Photo : ASPEA.)

besoins) à un ensemble statique (les données actuelles sur les ressources). Pour utile qu'elle puisse être aux spécialistes qui sauront en interpréter les résultats, elle comporte inévitablement le risque de conduire à de trompeuses conclusions sur les possibilités de développement de l'énergie nucléaire.

En fait, seule une analyse approfondie et relativement complexe de l'offre et de la demande permet de dégager des conclusions pondérées et de portée pratique. Une telle analyse menée par des spécialistes de l'AIEA et récemment publiée [3] permet de situer, de façon réaliste, les perspectives à long terme (année 2035) de l'approvisionnement en uranium. Les résultats obtenus indiquent que, en respectant certaines conditions parfaitement réalisables, il est possible de disposer, dans les délais requis et pour la période considérée, des capacités de production nécessaires à la couverture des besoins en uranium correspondant aux divers scénarios de développement de l'énergie nucléaire envisagés.

Conclusions

La nature et l'ampleur des ressources en uranium contenues dans la croûte terrestre, l'impact très modeste du prix de l'uranium dans le coût total de production du kilowatt-heure nucléaire, l'émergence de nouvelles techniques porteuses

Bibliographie

- [1] *Uranium - Ressources, Production et Demande*, rapport publié par l'OCDE, 1986.
- [2] FRISCH, J.-R. *Abondance énergétique : mythe ou réalité ?*, 13^e Congrès de la Conférence mondiale de l'énergie, Cannes, octobre 1986.
- [3] «Long-term Uranium Supply Demand Analyses», IAEA-TECDOC-395-1986.

d'améliorations significatives, sur le plan tant des performances techniques que des coûts, constituent un ensemble d'éléments qui permet d'affirmer, sans même prendre en compte l'utilisation du thorium, que les ressources de matières fissiles ne constituent pas, en tant que telles et à vue humaine, une limite à l'utilisation de l'énergie nucléaire.

Fondamentalement, la question qui se pose est celle de l'adaptation de la production aux besoins. Cela implique d'anticiper la demande et de mettre en œuvre les moyens qui permettront de la satisfaire de façon appropriée, ce qui est parfaitement réalisable.

Adresse de l'auteur:

Jean-Louis Pfäeffli
Physicien diplômé EPFZ
S.A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS)
Case postale 570
1001 Lausanne

La gare de Genève-Aéroport

La gare que les CFF ont mise en service le 25 mai dernier à l'aéroport de Genève est certainement la plus importante réalisation de cette régie dans le canton. Les délais extrêmement serrés qui étaient imposés pour sa construction ne leur ont malheureusement pas laissé le loisir d'en préparer une description détaillée que nous aurions pu incorporer au numéro spécial publié à l'occasion de sa mise en service.

Les pages qui suivent comblent cette lacune: nos lecteurs y trouveront une série d'articles qui constituent le complément bienvenu aux précédentes publications sur le raccordement ferroviaire de Genève-Aéroport.

Rédaction