

# LE TEMPS

---

opinions Lundi 21 octobre 2013

## Le thorium, alternative à l'uranium, mérite d'être exploré

Par Claude Joseph

### Le professeur Claude Joseph offre un exposé clair sur les possibilités et les limites du thorium. Il estime qu'il serait irresponsable de négliger cette piste énergétique prometteuse

Désirant faire le point sur la situation actuelle de l'énergie nucléaire en Suisse, j'ai parcouru les archives du Temps sur cette question. J'y ai trouvé, sous la rubrique Opinions, deux articles concernant l'utilisation du thorium à la place de l'uranium dans un réacteur nucléaire à usage civil. Le premier, paru le 28 novembre 2012: [«Le thorium, l'atome pas si vert que ça»](#) par Isabelle Chevalley et Pierre Bonnard; le second, [«Le thorium pourrait nous faire regretter l'abandon du nucléaire»](#), par Jean-Christophe de Mestral et Egli Lillestol, paru le 17 décembre 2012.

En complément à ces deux articles, il me paraît important d'expliquer en quoi le thorium est préférable à l'uranium, notamment du point de vue des déchets nucléaires. Les réacteurs installés en Suisse utilisent comme combustible de l'uranium enrichi, comprenant environ 4–5% d'uranium 235 et 95% d'uranium 238 (les nombres 235 et 238 indiquent le nombre total de protons (92), et de neutrons constituant les noyaux d'uranium).

Les déchets dus au fonctionnement de ces réacteurs sont de deux types:

- les produits de fission résultent de la fracture en deux parties des noyaux d'uranium;
- les actinides transuraniens résultent de la capture de neutrons par l'uranium 238 qui conduit finalement à la formation de plutonium, américium et neptunium.

Les produits de fission sont radioactifs. La plupart de ces noyaux, soit environ 73%, ont des durées de vies courtes, quelques dizaines d'années. Ils se désintègrent pendant la période de refroidissement en piscine à proximité des réacteurs. Parmi les quelque 25% restants, environ 10% ont des durées de vie extrêmement longues (milliards d'années); ils représentent une faible activité, inférieure à celle du minerai d'uranium dont ils sont issus. La quinzaine de pour-cent des produits restants ont des durées de vie longues, quelques centaines de milliers d'années, qui nécessitent un stockage de longue durée.

Les actinides transuraniens constituent le principal problème posé par les déchets radioactifs, car la plupart, produits en quantité importante, ont des durées de vie de plusieurs milliers, voire millions, d'années, nécessitant donc un stockage sûr pendant des périodes de temps considérables.

Le thorium (Th232) est constitué de 90 protons et 142 neutrons. Il n'est pas fissile et ne peut être considéré directement comme un combustible nucléaire. C'est un matériel dit fertile, car il se transforme après capture de neutrons et désintégrations radioactives subséquentes en uranium 233, qui est fissile. La fission de cet uranium 233 génère évidemment des produits de fission comme ceux de l'uranium 235, mais en revanche l'usage du thorium ne conduit pratiquement pas à la formation de

transuraniens. En effet, pour transformer le thorium 232 en plutonium, le premier des transuraniens, il devrait capturer successivement sept neutrons, ce qui est improbable. C'est pourquoi cette filière est beaucoup plus propre, sinon verte, que la filière à l'uranium exploitée actuellement. Il faut cependant noter qu'il est nécessaire d'enclencher le processus de formation de l'uranium 233 par capture de neutrons à partir du thorium 232.

Il existe diverses possibilités pour utiliser le thorium dans un réacteur.

- On peut construire des réacteurs faits pour fonctionner avec un mélange de thorium et d'uranium, dans ce cas on produira encore des transuraniens, mais en quantité sensiblement plus faible qu'actuellement.
- Une autre voie, extrêmement prometteuse, est basée sur l'usage de sels fondus de fluorure de thorium\*. La conversion du thorium en uranium fissile y est tellement efficace qu'il suffit d'une faible quantité d'uranium 235 pour, en quelques mois, amorcer le dispositif, qui n'utilise ensuite plus que du thorium. Il suffira avec ce système de 300 ans, au lieu des centaines de milliers d'années nécessaires avec les réacteurs actuels, pour réduire l'activité des déchets au niveau de celle du minerai naturel d'uranium; la radio-toxicité de ces déchets sera à ce moment-là 10000 fois plus faible.
- Une troisième possibilité est de coupler le réacteur à un accélérateur susceptible de produire un intense flux de neutrons. Un tel système aurait aussi l'avantage de constituer un dispositif capable de transmuter les transuraniens, déchets de nos réacteurs actuels.

En résumé, les déchets provenant de la filière au thorium sont non seulement plus faibles en quantité, mais aussi de durées de vie extrêmement plus courtes que dans les filières actuelles à l'uranium. Contrairement à la thèse de Madame Chevalley et de Monsieur Bonnard, je conclurai avec Messieurs de Mestral et Lillestol qu'il serait irresponsable de renoncer à explorer la voie thorium, bien préférable à l'usage de centrales à gaz, génératrices de CO<sub>2</sub>, qui seront nécessaires pour pallier la renonciation aux centrales actuelles à uranium.

\* Références sur notre site internet Ralph Moir, Edward Teller: Thorium-Fueled Underground Power Plant Based on Molten Salt Technology in Nuclear Technology vol 151, pp 334-340, September 2005

Robert Hargraves, Ralph Moir: Liquid Fluoride Thorium Reactor in American Scientist vol. 98, number 4, pp 304-313, July-August 2010

Alexander Cannara: Nuclear Waste: Thorium's potential, in Science vol 22, number 6003, pp 447-448, August 2010

**LE TEMPS** © 2014 Le Temps SA