

Et le coût de ces réacteurs ?

Outre les caractéristiques techniques exceptionnelles qui précèdent, il faut observer que le thorium est abondant, et ne nécessite aucun enrichissement préalable.

De plus, le réacteur à sels fondus est de petite taille (18 m³), et n'a pas besoin de multiples enceintes de confinement. On peut même remplacer les lourdes machines à vapeur par des turbines à gaz fonctionnant à l'air atmosphérique (cycle Brayton)

Tous ces éléments laissent penser que le MSFR pourrait à terme devenir l'une des sources d'énergie les moins chères, sinon la moins chère (le physicien américain Robert Hargraves estime qu'à terme son coût pourrait être de 60 % de celui induit par les combustibles fossiles)

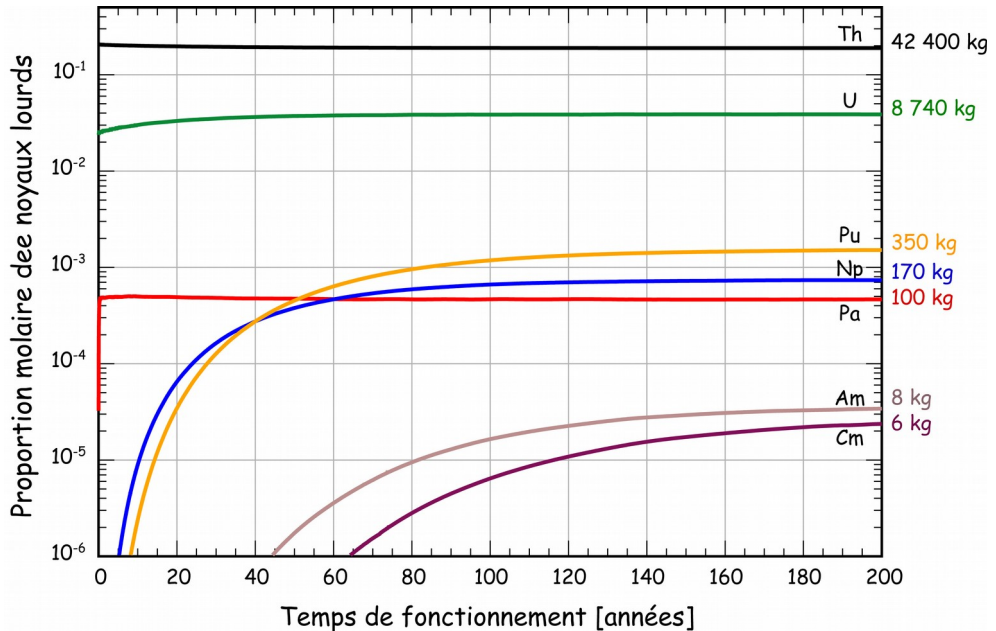
Challenges techniques

Les besoins de R & D couvrent un vaste domaine à l'interface entre la physique, la chimie, l'informatique et les mathématiques

- Il faut extrapoler à des réacteurs de taille industrielle les résultats expérimentaux américains des années 1960 :
- modélisations numériques
- optimisations géométriques
- couplages thermique – neutronique (EDP)
- résistance des matériaux
- chimie des sels fondus et de nombreux composés

Depuis janvier 2011, la Chine a créé à Shanghai un Institut de Physique dédié à la technologie des réacteurs à sels fondus, avec un budget de quelques centaines de millions de Dollars. L'Europe doit faire de même !

Résultats de simulations numériques pour le cycle Th-U : évolution dans le temps des transuriniens (E. Merle-Lucotte)



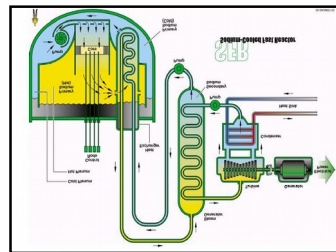
Réacteurs de 4^{ème} Génération : RNR-Na ou MSFR

C'est le concept qui a le plus de retour d'expérience

En France: Rapsodie, Phénix et Superphénix

Mais aussi en Russie, Japon, USA, Allemagne et Royaume Uni

- Un seul est encore en service (BN600 Russe de Beloyraski)
Fonctionne à l'uranium enrichi en moyenne à 20%
- Un est à l'arrêt (Chine) et un en arrêt prolongé (Monju280, Japon)
- 2 sont en construction (PFBR500 Inde, BN800 Russie)



Ce type de réacteur pose quelques gros problèmes technologiques

- Le sodium s'enflamme au contact de l'air ou de l'eau
Incendies sodium maîtrisables (sans eau !) mais très violents
- Le coefficient de vide d'un réacteur de puissance est positif ce qui peut entraîner un accident de réactivité
 - Pour résoudre ce problème, le cœur doit permettre la fuite des neutrons
Géométrie complexe et nécessité d'un inventaire fissile très important
- Régénération obtenue grâce à une couverture fertile très proliférante (^{239}Pu pur) en cycle U-Pu

Références

Global Footprint Network,

http://www.footprintnetwork.org/fr/index.php/GFN/page/earth_overshoot_day/

David McKay, *Sustainable Energy – without the hot air*,

<http://www.withouthotair.com/>

Daniel Heuer, *Le thorium et le nucléaire du futur*,

<https://www.youtube.com/watch?v=M4MgLixMrz8>

LPSC/CNRS/IN2P3, *Étude paramétrique des RSF et cycle thorium*, <http://lpsc.in2p3.fr/gpr/msfr.htm>

Robert Hargraves - *Thorium Energy Cheaper than Coal* @

ThEC12, <https://www.youtube.com/watch?v=ayIyiVua8cY>

John Laurie, <http://www.energiesduthorium.fr>, La fission liquide et le thorium pour un climat stable et une prospérité énergétique

John Laurie, « *La voiture nucléaire* »,

https://www.youtube.com/watch?v=bkj-vf1_pzQ