

- Sûreté et fiabilité - 1 excellence en sûreté et fiabilité
- Sûreté et fiabilité - 2 très basse probabilité d'endommagement du coeur
- Sûreté et fiabilité - 3 éviter d'avoir à prendre des mesures à l'extérieur du site
- Résistance à la prolifération et protection physique pas d'attractivité pour la diversion de matières permettant de fabriquer des armes + protection accrue contre le terrorisme.

Ces objectifs constituent les critères selon lesquels les solutions proposées seront évaluées.

Que faut-il pour faire un réacteur ?

Les éléments de base nécessaires au fonctionnement d'un réacteur de fission sont les suivants:

- **Des noyaux fissiles**

c'est à-dire des noyaux d'atomes très lourds susceptibles de capturer un neutron et de fissionner, c'est-à-dire de se briser en deux noyaux plus légers.

Options : le combustible fissile (= qui fissionne tout de suite) : Uranium 235, Plutonium 239 ou Uranium 233 ; le combustible fertile (= qui devient fissile sous l'effet du bombardement de neutrons) : Uranium 238 ou Thorium 232. La forme chimique du combustible peut être : oxyde, métal, carbure, nitrure.

- **Une réaction en chaîne entretenue**

les neutrons libérés par la fission percutent d'autres noyaux, qui fissionnent à leur tour, etc.

Options : le spectre de neutrons peut être

- thermique (lents, 2 km/s) : forte probabilité de fission pour quelques noyaux
- épithermiques (entre les deux)
- rapide (20'000 km/s) : faible probabilité, mais pour tous les noyaux.

- **Un modérateur (dans la filière à neutrons thermalisés)**

des noyaux légers qui ralentissent les neutrons par collision non absorbante.

Options : le modérateur peut être de l'eau légère (H_2O), de l'eau lourde (D_2O), ou du graphite (Carbone C). Pas de modérateur si on utilise le spectre de neutrons rapides.

- **Un caloporteur**

un fluide capable de récupérer l'énergie libérée pour la transmettre à un équipement thermo-mécanique (une turbine par exemple) et / ou de chauffage.

Options : le caloporteur peut être liquide (H_2O , D_2O , sels fondus), ou gazeux (Hélium He, dioxyde de carbone CO_2 , eau [supercritique](#)).

- **Des barrières étanches**

de façon à empêcher des éléments radioactifs de se répandre dans la biosphère.

Enfin, dernière option, le **cycle du combustible** peut être ouvert (sans retraitement), fermé pour quelques éléments (retraitement partiel), ou complètement fermé (retraitement complet).

Le choix d'une filière

Il est clair qu'en combinant toutes les options indiquées ci-dessus, on arrive à un très grand nombre de variantes théoriques possibles. La première tâche du GIF a donc consisté à sélectionner les filières les plus prometteuses, parmi la centaine de propositions soumises par des constructeurs, des organismes de recherche et des universités. Ces solutions ont été regroupées en 19 "familles", qui ont été soigneusement évaluées en fonction des critères mentionnés plus haut.

À la suite de cet examen, au cours duquel les avantages et les inconvénients de chaque système ont été pesés, 6 variantes particulièrement attractives ont été finalement retenues. Il s'agit de

- 3 concepts à spectre rapide et cycle fermé, à savoir
 - réacteur rapide refroidi au sodium liquide (SFR = Sodium-cooled Fast Reactor)
 - réacteur rapide refroidi par alliage de plomb (LFR = Lead alloy-cooled Fast Reactor)
 - réacteur rapide refroidi au gaz (GFR = Gas-cooled Fast Reactor)
- 1 concept à spectre thermique/épithermique et cycle fermé : réacteur à sels fondus (MSR = Molten Salt Reactor)
- 1 concept à eau supercritique à spectre thermique, avec potentiel d'évolution vers le spectre rapide et le cycle fermé (SCWR = SuperCritical Water-cooled Reactor)
- 1 concept à gaz à très haute température à spectre thermique offrant un potentiel pour la production massive d'hydrogène (VHTR = Very High Température Reactor).

L'évaluation des différentes variantes fait clairement ressortir l'intérêt pour les réacteurs à neutrons rapides avec opérations de retraitement. Ceux-ci permettent en effet une mise en valeur complète du combustible, l'Uranium 238, matériau non fissile, mais fertile, non utilisé dans les réacteur à neutrons thermalisés, se transformant en Plutonium 239 fissile. D'autre part, la mise en oeuvre du cycle du Thorium 232, élément fertile, en le transformant en

Uranium 233 fissile, élargit considérablement les ressources, les gisements de Thorium dépassant ceux d'Uranium. L'estimation de réserves durant une cinquantaine d'années, valable pour les réacteurs actuels à neutrons lents, pourra alors être étendue à des milliers d'années.

Enfin, les réacteurs rapides assurent l'élimination des déchets à longue durée de vie, les actinides : principalement le Plutonium, mais aussi les actinides mineurs comme le Neptunium et l'Amercium. Au lieu de stocker ces déchets, dont les quantités vont s'accumuler, il vaut bien mieux les détruire, et valoriser le Plutonium sous la forme d'un supplément d'énergie fournie. On incinère bien les déchets ménagers en en tirant de la chaleur. Pourquoi ne pas faire de même avec des produits indésirables à longue durée de vie ? L'élimination des actinides ramène la radiotoxicité potentielle des déchets (produits de fission exclusivement) au niveau de celle de l'uranium tel qu'on le trouve dans la nature après quelques centaines d'années seulement, au lieu des dizaines de milliers d'années nécessaires à la décroissance de l'activité des actinides.

Conclusion

Le plupart des idées explorées dans le cadre des projets "Génération IV" ont déjà été exprimées lors des débuts du nucléaire, et certaines ont donné lieu à des essais, trop peu économiques à l'époque pour être poursuivis. Mais s'il n'y a, semble-t-il, rien de nouveau sous le soleil, l'expérience et les connaissances accumulées aujourd'hui permettent de les considérer avec un regard nouveau, en tenant compte de tous les progrès technologiques réalisés entre temps.

Loin d'être une voie sans issue, comme certains détracteurs le proclament, le nucléaire est plein de promesses, le nombre et la qualité des développements entrepris sous l'égide du GIF le montrent abondamment.

Et pour terminer de façon quelque peu provocative cet aperçu, nous nous permettons de citer une vision personnelle présentée par M. Foskolos à la fin de son exposé :

Une centrale à haute température, par exemple un réacteur du type VHTR, en 2040, capable de

- livrer de l'électricité avec un rendement de 55 % par cycle combiné turbine à gaz (1100° -> 600 °C) et turbine à vapeur (550° -> 200 °C)
- livrer de l'eau potable par dessalement de l'eau de mer en utilisant la chaleur résiduelle (200° -> 100 °C)
- produire son propre combustible par extraction de l'uranium (et autres substances précieuses...) de la saumure (2 ppb d'Uranium dans l'eau de mer), ce qui suffirait à faire tourner le parc nucléaire actuel pendant 80'000 ans...

Quelques sites Internet intéressants :

- [Fédération romande pour l'énergie](#)
- [Les électriciens romands](#)
- [Forum nucléaire suisse](#)

Impressum : ADE Action Démocratique pour l'Energie, Genève, c/o Philippe Wiblé
Rue du Temple 8, 1236 Cartigny, tél. 022 756 16 65, fax 022 756 38 67
e-mail : wible@swissonline.ch

Bulletin trimestriel envoyé aux membres et amis de notre Association CCP Action Démocratique pour l'Energie: 12-12301-9

[Créé par pumaware](#)