

# Faut-il démarrer un RNR à l'uranium enrichi ?

par Anne BASCHWITZ et Gilles MATHONNIERE

Démarrer un RNR-Na avec de l'uranium enrichi est techniquement possible (et déjà réalisé dans les réacteurs BOR60 ou BN600). On examine ici le cas où seuls le premier cœur et les cinq premières recharges sont en uranium enrichi. Ensuite on utilise les matières obtenues par retraitement et il n'y a plus d'apport d'uranium enrichi. C'est une solution vertueuse car elle diminue les besoins en uranium naturel (et en enrichissement). Malheureusement, le fait de concentrer les besoins en uranium naturel nat et en unités de travail de séparation isotopique (UTS) dans les toutes premières années réduit fortement la compétitivité économique du kWh produit. Il faudrait anticiper qu'une forte pénurie d'uranium se produira avant la fin de vie du réacteur (60 ans), pour pouvoir justifier économiquement, le démarrage d'un RNR avec de l'uranium enrichi.

Tous les réacteurs français (Rapsodie, Phénix ou Superphénix), ont fonctionné avec un combustible MOX au plutonium. C'est également le cas pour la plupart des RNR-Na étrangers et c'est également la solution retenue dans les projets de RNR de 4<sup>ème</sup> génération. La raison en est simple : dans un spectre rapide, l'isotope <sup>239</sup>Pu présente des caractéristiques supérieures à celles de <sup>235</sup>U.

Par contre, les quantités nécessaires en plutonium sont importantes : pour un cœur de 1 GWe, il faut environ 8t de plutonium. Comme une quantité similaire est immobilisée dans les usines du cycle, il faut en réalité disposer de 16 t de plutonium pour le démarrage d'un cœur RNR-Na de 1 GWe, quantité servant à fabriquer le premier cœur et les premières recharges de combustible. C'est une quantité industrielle qui correspond au traitement d'environ 1600 t de combustible REL usé.

Si l'on ne dispose pas d'usine de traitement des combustibles REL et donc pas de plutonium, il reste techniquement possible de démarrer un RNR avec de l'<sup>235</sup>U. C'est ainsi que les RNR russes BOR60 et BN600 fonctionnent actuellement avec un combustible à l'uranium enrichi autour de 20%.

Comme au niveau mondial, les études de scénarios montrent que le passage du parc actuel à un parc tout RNR sera long (après 2150) essentiellement par manque de plutonium disponible, la question se pose de savoir si un électricien a intérêt à construire un RNR isogénérateur qu'il démarrera à l'uranium enrichi plutôt que de construire un REP de même puissance. En supposant une même durée de vie de 60 ans pour les REP et les RNR, l'électricien au bout de 60 ans (de fonctionnement

d'un REP ou d'un RNR démarré à l'uranium enrichi) sera dans la même situation : il aura une quantité de plutonium, suffisante pour remplacer son réacteur par un RNR démarrant au plutonium. C'est donc bien la première période de 60 ans, passée à fournir de l'électricité avec un REP ou un RNR, et à se doter de la quantité de Pu nécessaire pour démarrer un RNR-Pu au bout de 60 ans qui est discriminante.

On considère qu'il faut prévoir en uranium enrichi le premier cœur et les 5 premières recharges, après, il n'y a pas besoin d'apport supplémentaire en uranium enrichi. En effet, les recharges suivantes seront fabriquées avec le combustible retraité de ce RNR. Celui-ci contiendra de moins en moins de <sup>235</sup>U et de plus en plus de Pu, mais le RNR étant réputé isogénérateur, les matières fissiles récupérées seront équivalentes et pourront être rechargées sans appoint.

On observe que sur la durée de vie du réacteur, le RNR démarré à l'uranium enrichi consomme trois fois moins d'uranium naturel que le REL et nécessite 60 % d'UTS en moins, mais ces besoins sont concentrés sur les premières années de fonctionnement. Pendant 7 ans (2 ans avant le démarrage du réacteur pour le premier cœur + 5 ans après pour les premières recharges), le RNR démarré à l'uranium enrichi consomme ainsi 2 fois plus d'uranium naturel et 2,5 fois plus d'UTS que le REL.

Cette consommation en début de vie a un poids économique élevé, d'autant plus élevé que le taux d'actualisation est fort.

Il en résulte qu'avec des taux d'actualisation de 8 puis 3 % (court terme/long terme) le kWh produit par un RNR démarré à l'uranium enrichi ne sera compétitif que si le

coût de l'uranium naturel devient très cher en fin de vie des réacteurs (supérieur à 780 €/kg si le RNR a un surcoût de construction nul par rapport à un REL et plus de 1700 €/kg si le RNR a un surcoût de 10%).

Des taux d'actualisation à 4 puis 2% sont un peu plus favorables au RNR démarré à l'uranium enrichi. Cependant il faudrait une augmentation de l'Unat de 100 à 1050 €/kg sur 60 ans pour justifier de démarrer à l'uranium enrichi un RNR lorsque les RNR sont 30% plus chers en investissement.

Le démarrage d'un RNR à l'uranium enrichi est une solution technique possible, et même vertueuse sur le plan de la consommation des ressources naturelles en uranium (et d'UTS), mais qui ne peut se justifier sur le seul plan économique, que si on s'attend, dans les 60 ans de sa durée de vie, à une flambée du prix de l'uranium correspondant à une pénurie importante de cette ressource. Dans ces conditions, l'étude disqualifie les RNR démarrés à l'uranium enrichi, qui ne seront pas rentables économiquement, compte tenu des chroniques de prix raisonnablement envisageables.