

## PNGMDR – fiche d'analyse des controverses techniques:

**1- b)** Quels seraient les arguments techniques en faveur, ou en défaveur d'un éventuel multi-recyclage futur, et les conditions de sa faisabilité, du point de vue de la gestion des matières et déchets ?

### Cadre 1

*Position argumentée sur la question n° 1 exprimée par Wise-Paris*

### Cadre 2

**Contre-Argumentation, présentée par Orano**

#### **1. Particularités du combustible MOX**

EDF utilise le combustible MOX sur un nombre de réacteurs permettant de recycler la totalité du plutonium issu du traitement de la totalité de ses combustibles UOX, soit actuellement 24 réacteurs sur les 58 de sa flotte.

Si aujourd'hui seuls les réacteurs de 900 MWe sont utilisés pour recycler le plutonium, d'autres réacteurs pourraient être sollicités, en fonction des besoins. La fermeture future des réacteurs 900 MWe, premiers réacteurs mis en service, qui reste à préciser dans le temps, nécessitera, pour continuer à bénéficier des avantages du traitement recyclage, de « MOXer » d'autres réacteurs. En fonction des décisions à venir sur le parc et son renouvellement, et en fonction des dates de démarrage de nouveaux réacteurs, la relève pourra être assurée par de nouveaux réacteurs EPR ou par les 1300 MWe actuels. Les études sont en cours pour assurer le renouvellement en temps voulu des capacités de recyclage du plutonium.

Concernant la thermique des combustibles MOX usés, ces combustibles sont moins chauds en fin d'irradiation, mais se refroidissent plus lentement que les combustibles usés UOX. Du point de vue thermique, on considère classiquement qu'un combustible MOX usé équivaut à 4 combustibles UOX usés :

- dans le cas d'un cycle ouvert, tous les combustibles UOX sont à entreposer, puis à stocker ;
- dans le cas du cycle actuel, la fabrication et l'irradiation d'un combustible MOX permet le traitement d'environ 8 combustibles UOX usés, et prend la place d'un 9<sup>e</sup> combustible UOX
- au total, un MOX usé aura permis d'éviter environ 9 UOX usés en entreposage, tandis qu'il n'équivaut d'un point de vue thermique qu'à 4 UOX usés.

Ainsi que rappelé dans la fiche sur le recyclage (Fiche 1a Wise Paris – Réponse Orano), les rejets radioactifs liés au traitement et leur impact radiologique sont à comparer à ceux des mines. Grace aux mesures prises lors de la conception initiale et aux améliorations supplémentaires apportées, l'impact radiologique de l'usine de La Hague est aujourd'hui de 0.02 mSv/an (Moins de 1% de la radioactivité naturelle), sensiblement inférieur à celui d'une mine, tandis qu'elle contribue d'un point de vue énergétique à l'équivalent de 1 000 à 2 000 d'uranium naturel par an.

Il faut remarquer enfin que les « matières radioactives sans véritable perspective de réutilisation », évoquées dans la fiche, UOX usés, uranium et plutonium récupérés, rebuts Mélox, sont en fait destinées à être recyclées dans les réacteurs actuels ou leurs successeurs (en MOX REL pour le Pu d'UOX ou celui dans les rebuts Mélox, en combustible URE pour l'URT). Par

exemple, les stocks de plutonium, séparés à La Hague ou sous forme de rebuts Mélox, représentent l'équivalent de quelques années de production de MOX.

## **2. Multi-recyclage en REP**

La fiche ne considère implicitement que le multi-recyclage en combustible MOX tel que fabriqué aujourd'hui, sur une base d'uranium appauvri. Elle ne considère pas des concepts déjà étudiés dans les années 1990, sur base d'uranium enrichi.

Ces concepts n'ont pas été poursuivis à ce stade en raison des performances techniques supérieures attendues des réacteurs rapides, en termes d'utilisation des matières et de production de déchets. Le décalage dans le temps du déploiement des réacteurs rapides conduit à revisiter ces concepts. Ils permettent en effet d'envisager de stabiliser les inventaires sur un parc de REP et de multi-recycler le plutonium, sans les limitations du MOX actuel à cet égard.

Les installations de La Hague ont démontré leur capacité à recycler des combustibles MOX usés, via des campagnes de démonstration portant sur plus de 70 tonnes de MOX au total. Une mise en œuvre à l'échelle du parc EDF nécessiteraient cependant des adaptations des installations. À l'horizon d'une vingtaine d'années, des travaux seront dans tous les cas nécessaires sur les usines pour assurer leur pérennité.

La mise en œuvre de ce multi-recyclage ne conduirait pas à une modification sensible des rejets de La Hague. Elle conduirait à remplacer les MOX et une proportion accrue des combustibles UOX par des combustibles MOX de nouvelle génération à base d'uranium enrichi (MOX2). Elle renforcerait les intérêts du mono-recyclage actuel, vers une stabilisation, voire une réduction des inventaires totaux de combustibles usés, tout en maintenant la stabilisation des inventaires de plutonium séparé.

## **3. Multi-recyclage en RNR**

La faisabilité technique du multi-recyclage du plutonium en réacteur rapide ne fait pas aujourd'hui débat. La dénomination de 4<sup>ème</sup> génération intègre des exigences accrues en terme de sûreté, le programme ASTRID ayant pour mission de valider certaines des réponses technologiques proposées.

Ces réacteurs sont cependant intrinsèquement plus complexes et donc plus chers que les réacteurs à eau sous pression (REP), à niveau de sûreté comparable. L'économie de ces réacteurs, comparés aux REP, est donc liée à l'évolution des prix de l'uranium. Lorsque la raréfaction des ressources naturelles nécessitera le recours à d'autres technologies que les REP consommateur d'uranium naturel, l'augmentation attendue des prix de l'uranium apportera la justification économique à cette transition.

La difficulté réside dans l'évaluation des délais disponibles avant cette pénurie annoncée. Ces prévisions subissent les mêmes incertitudes que celles annonçant la fin du pétrole, et l'horizon de temps où le déploiement de ces réacteurs se justifie par des difficultés d'accès aux ressources naturelles s'est en permanence éloigné. L'urgence perçue dans les années 70 et 80 s'est dissipée et les efforts se sont logiquement relâchés.

Il serait toutefois présomptueux de considérer comme infinies les ressources naturelles. Il est nécessaire de se préparer au mieux à leur raréfaction, avec le bénéfice des délais dont nous disposons aujourd'hui.

Pour ce qui est de l'impact de la mise en œuvre d'un cycle RNR, le cadre 1 présente en fait une critique du nucléaire actuel, et plus encore de ce que serait un cycle ouvert, plus qu'une analyse de l'impact d'un cycle basé sur les réacteurs rapides :

- Concernant l'uranium appauvri, il est dit que les RNR n'en consommeront que lentement les inventaires accumulés. Outre que cela assure un approvisionnement énergétique sur le long terme, le multi-recyclage en RNR supprime le recours à la ressource naturelle et à son enrichissement, donc supprime la production d'uranium appauvri, production maximale dans le cadre d'un cycle ouvert.
- Concernant le plutonium, il est dit dans le cadre 1 que les flux seraient de plusieurs dizaines de fois supérieurs aux flux actuels, avec une multiplication des installations comme La Hague. En réalité, le flux de combustibles usés serait réduit (grâce à une forte augmentation de l'énergie produite par tonne de combustible), ce qui permettrait de traiter la totalité des flux sur un site comme celui de La Hague. Ces combustibles, davantage chargés en plutonium, conduiraient à une augmentation des flux de plutonium d'un facteur 9 environ. En revanche, le multi-recyclage permet là encore une stabilisation des inventaires, qui ne cessent au contraire de croître dans un cycle ouvert.

Enfin, plus généralement, il est paradoxal de reprocher au multi-recyclage les progrès qu'il permet en termes de gestion des matières et déchets par rapport au cycle ouvert.

Ainsi, la mise en œuvre du multi-recyclage porterait l'économie de ressource naturelle à près de 30% en procédant au multi-recyclage des matières en REL, et bien au-delà en multi-recyclant en RNR.

**Cadre 3**, rempli entre le 15 et le 20 novembre par l'auteur du cadre 1

***Réponses de l'auteur du cadre 1 aux arguments développés dans le cadre 2***