

# Rendre le monde plus sûr, un réacteur de recherche à la fois

Par Adem Mutluer

Dans la nuit du 29 septembre 2014, un avion gros-porteur a décollé d'une base aérienne au Kazakhstan après une opération d'enlèvement du combustible et de renforcement de la sécurité d'un réacteur de recherche.

Dans sa soute se trouvaient quatre conteneurs massifs, fournis par l'AIEA et emportant au total 10,2 kilogrammes d'uranium hautement enrichi (UHE) vers la Russie pour y être transformés en une substance sûre par dilution ou entreposés en toute sécurité.



**Le réacteur de recherche d'Alatau, au Kazakhstan.**

(Photo : P. Chakrov/Institut de physique nucléaire)

Cette opération était la dernière en date menée dans le cadre d'un programme mondial impliquant l'AIEA, la Fédération de Russie et les États-Unis qui vise à aider plusieurs pays, dont le Kazakhstan, à éliminer les risques liés à l'UHE, tout en préservant les importantes recherches scientifiques effectuées dans le réacteur. L'UHE constitue un risque pour la sécurité, car c'est un ingrédient qui peut être utilisé pour obtenir un dispositif nucléaire destiné à des fins malveillantes. On n'encourage pas à utiliser de l'UHE dans un réacteur de recherche, car on peut employer à sa place de l'uranium faiblement enrichi (UFE), qui est plus sûr (voir encadré). Dans les années 1960 et 1970, quand nombre des réacteurs de recherche existant dans le monde ont été construits, la technologie faisant appel à l'UFE n'était pas encore disponible, en sorte que l'on avait besoin d'UHE pour effectuer les expériences. À partir de l'an prochain, on utilisera de l'UFE, moins sensible du point de vue de la

prolifération, pour alimenter le réacteur de recherche à eau ordinaire d'Alatau près d'Almaty, la plus grande ville du Kazakhstan.

## La recherche se poursuit

« Je ne doute pas que le réacteur poursuivra ses travaux actuels après la conversion », a déclaré Petr Chakrov, Directeur général par intérim de l'Institut de physique nucléaire d'Alatau. « Nous pensons en outre que le nouveau cœur nous permettra dorénavant de produire deux fois plus de divers radio-isotopes médicaux et autres », a-t-il dit en se référant à la partie du réacteur contenant les éléments combustibles dans lesquels se produisent les réactions nucléaires.

Le réacteur à eau ordinaire de 6 mégawatts d'Alatau est utilisé à diverses fins, notamment pour la recherche scientifique, la production d'isotopes à usage médical et les essais de matériaux utilisés dans l'industrie. Il produit par exemple du molybdène 99, radio-isotope important utilisé dans 70 % des actes de médecine nucléaire dans le monde entier, soit des dizaines de millions d'actes médicaux chaque année (voir l'article à ce sujet, page 12).

Avant que la conversion à l'utilisation d'UFE ne débute, les chercheurs du réacteur ont effectué des études post-irradiation de combustible à l'UFE afin de déterminer si le réacteur se prêtait à une telle conversion. L'AIEA a fourni les équipements nécessaires pour ces recherches, a expliqué Chakrov. En analysant des spécimens irradiés à différentes doses et en modélisant les conditions dans lesquelles l'UFE serait utilisé dans le réacteur après la conversion, les chercheurs ont confirmé que le réacteur se prêtait à l'utilisation d'UFE de manière sûre et gérable, a-t-il dit.

« L'acquisition de ces équipements par l'AIEA était absolument indispensable pour que le projet soit exécuté et pour nous persuader d'aller de l'avant », a dit Chakrov.

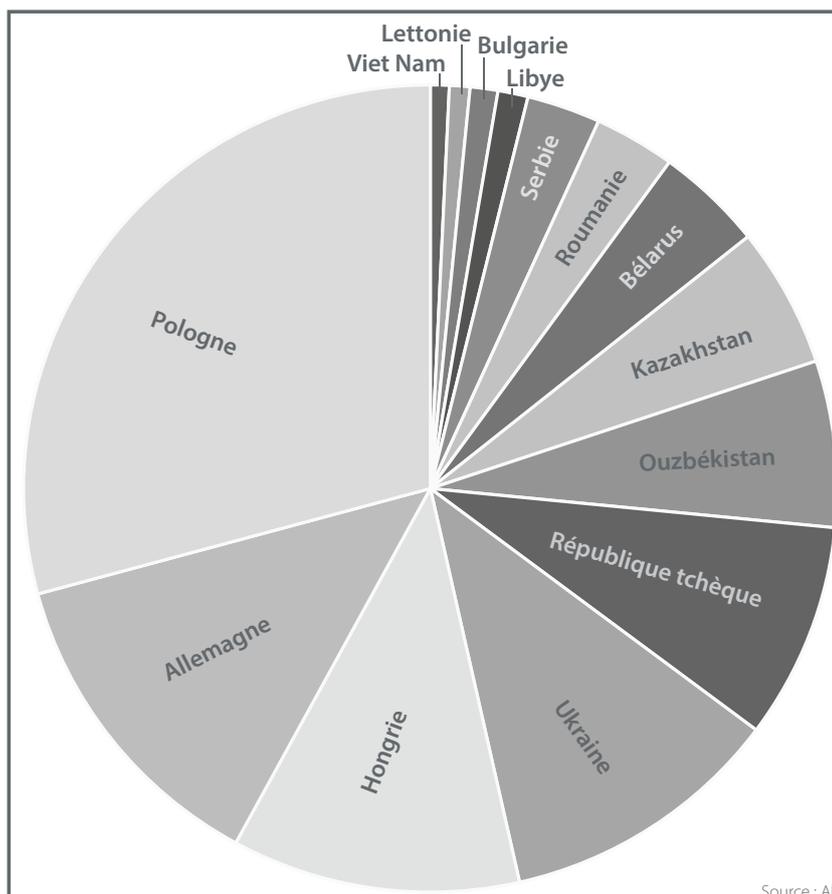
## Enlèvement progressif

Les conteneurs emportés dans l'avion en septembre ne constituent qu'un des lots de combustible à rapatrier d'Alatau. En juillet 2015, le réacteur sera provisoirement mis à l'arrêt afin qu'il puisse refroidir pendant six mois. Durant cette période, le système de contrôle commande du réacteur sera remplacé en prévision du changement de combustible. En janvier 2016, le réacteur redémarrera avec de l'UFE.



« En raison des risques posés par l’UHE, plus de 2 150 kilogrammes d’UHE fournis par l’ex-Union soviétique ont été rapatriés en Fédération de Russie en 60 expéditions provenant de 14 pays dans le cadre de l’Initiative tripartite entre la Russie, les États-Unis et l’AIEA, souvent appelée Programme de renvoi du combustible d’origine russe pour réacteurs de recherche (voir graphique) », a déclaré Sandor Tozser, ingénieur nucléaire à la Section des réacteurs de recherche de l’AIEA. « L’AIEA fait fonction d’administrateur et fournit le savoir faire technique et les équipements nécessaires », a-t-il expliqué. Le rapatriement du combustible à l’UHE du réacteur d’Alatau s’inscrit dans le cadre de ce programme.

*Peter Rickwood a également contribué à cet article.*



Source : AIEA

Répartition par pays de l’UHE rapatrié en Russie dans le cadre du Programme de renvoi du combustible d’origine russe pour réacteurs de recherche à la fin de 2014.

## LA SCIENCE

### Enrichissement de l’uranium

Auparavant, on utilisait de l’uranium hautement enrichi dans les réacteurs de recherche à des fins scientifiques. L’uranium est un élément naturel, alors que l’uranium 235 ( $^{235}\text{U}$ ) et l’uranium 238 ( $^{238}\text{U}$ ) sont des isotopes de cet élément, c’est-à-dire qu’ils ont le même nombre de protons que l’uranium, mais un nombre différent de neutrons. Lorsque l’uranium est extrait du sol, il contient 0,7 % seulement de  $^{235}\text{U}$ , qui est l’élément fissile, et 99,3 % de  $^{238}\text{U}$ , qui est stable et ne subit pas de réactions nucléaires. Enrichir l’uranium, c’est accroître la proportion de  $^{235}\text{U}$  dans la masse. Les centrales nucléaires en service utilisent généralement de l’uranium ayant un taux d’enrichissement compris entre 4 % et 7 %. L’enrichissement peut être assuré par différents moyens faisant tous appel à la méthode de la séparation isotopique, qui consiste à concentrer des isotopes particuliers d’un élément chimique en

éliminant les autres isotopes. Dans le cas présent, la séparation isotopique sert à accroître la concentration de  $^{235}\text{U}$  dans une masse d’uranium. La méthode la plus courante et la plus efficace pour y parvenir est d’utiliser une centrifugeuse, dispositif spécialisé mettant un objet en rotation autour d’un axe fixe pour tirer parti de la différence de masse atomique entre  $^{238}\text{U}$  et  $^{235}\text{U}$ . Lorsque les centrifugeuses tournent, elles séparent le  $^{235}\text{U}$  du  $^{238}\text{U}$ , en permettant de continuer à accroître la concentration du  $^{235}\text{U}$ , c’est-à-dire l’enrichissement. Par ce procédé, on peut obtenir différents taux d’enrichissement en  $^{235}\text{U}$  ; pour autant, le processus n’est pas aisé et demande du temps, des connaissances spécialisées et de l’argent. L’uranium enrichi à plus de 20 % en  $^{235}\text{U}$  est considéré comme de l’UHE.