

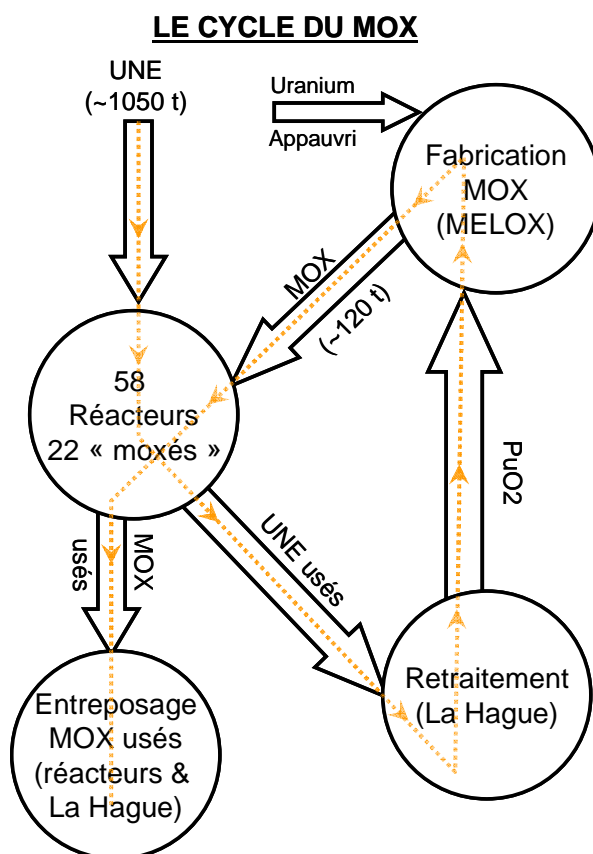
## Le combustible MOX en France

Le combustible nucléaire dit MOX (pour Mélange d'Oxyde de plutonium et d'Oxyde d'uranium) permet de recycler une partie des matières nucléaires issues du traitement des combustibles à Uranium Naturel Enrichi (UNE) à l'issue de leur utilisation dans les réacteurs électronucléaires. Le recours aux combustibles MOX a débuté en 1987. Actuellement, 22 réacteurs de 900 MWe sont autorisés à recevoir du combustible MOX et une extension à 24 réacteurs de 900 MWe est prévue. Depuis 1987, environ 3 000 assemblages MOX ont été chargés en réacteur (la plupart après 1997), ce qui correspond au recyclage d'environ 80 tonnes de plutonium et représente une économie d'environ 8 000 tonnes d'uranium naturel. Actuellement, pour les réacteurs d'EDF, la consommation annuelle d'uranium naturel est de l'ordre de 8 400 tonnes et celle de combustibles MOX de 120 tonnes, soit une économie annuelle d'environ 900 t d'uranium naturel.

Il est à noter que les réactions de capture neutronique de l'uranium produisant du plutonium, tout réacteur (« moxé » ou pas) contient du plutonium : environ 0,4 tonne en moyenne pour un réacteur non « moxé », contre environ 2 tonnes pour un réacteur « moxé ». A l'issue de son utilisation en réacteur, un combustible UNE contient environ 1 % de plutonium, le plutonium produit en réacteur étant lui-même partiellement consommé au cours des réactions de fission.

### Le cycle de production du « MOX »

La fabrication des combustibles MOX utilisés dans les réacteurs français est assurée par AREVA (usine MELOX à Marcoule). L'oxyde de plutonium ( $\text{PuO}_2$ ) provient des usines AREVA de La Hague. L'oxyde d'uranium ( $\text{UO}_2$ ) est actuellement fourni par l'usine AREVA ANF située à Lingén en Allemagne.



La teneur moyenne en plutonium du combustible MOX est de 8,65 % et pourrait être portée ultérieurement à 9,5 % ; l'uranium utilisé est de l'uranium appauvri, qui est un sous-produit des usines d'enrichissement de l'uranium. La capacité annuelle de production de l'usine MELOX est plafonnée réglementairement à 195 tonnes. La production de combustibles MOX EDF est actuellement de l'ordre de 120 tonnes par an (pour un flux de traitement d'environ 1 050 t/an de combustibles UNE usés dans les usines de La Hague). Après utilisation en réacteur, les assemblages MOX usés sont acheminés vers les piscines d'entreposage de La Hague, en attente d'un traitement ultérieur. Même si la faisabilité du traitement des combustibles MOX est établie, leur traitement est en effet différé dans l'attente du développement des réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération.

### ***Sûreté, radioprotection et sécurité au cours du cycle de fabrication et d'utilisation du MOX***

Les principaux risques associés à la fabrication du combustible MOX dans l'usine MELOX, qui sont liés à la présence de plutonium, font l'objet de prescriptions réglementaires sur la base de l'expertise par l'IRSN des dossiers de sûreté transmis par l'exploitant nucléaire de cette usine :

- débits de dose neutronique et gamma élevés à proximité des postes de travail, qui imposent des protections radiologiques appropriées et une exploitation automatisée ;
- risque de contamination qui impose le travail en enceintes ventilées à étanchéité spécifiée ;
- risque de criticité qui impose des limitations des masses de plutonium et de produits hydrogénés ;
- risque lié au dégagement de chaleur qui impose des entreposages refroidis, selon les masses présentes.

Pour les transports, les emballages utilisés sont adaptés aux caractéristiques des matières fissiles transportées (notamment protections radiologiques pour les émissions neutroniques et paniers en acier boré pour maîtriser les risques de criticité). Des emballages spécifiques ont ainsi été développés pour le transport du plutonium et des combustibles MOX neufs et usés. Ces emballages sont approuvés par l'ASN sur la base des dossiers déposés par les requérants et des rapports d'expertise élaborés par l'IRSN. Sur le plan de la sécurité, l'autorisation d'exécution d'un transport de combustibles MOX est donnée par le Directeur Général Adjoint de l'IRSN, délégué pour les missions relevant de la défense, pour les transports nationaux, et par le ministre chargé de l'énergie pour les transports internationaux. L'IRSN assure leur suivi en temps réel au cours de leur exécution.

S'agissant de l'utilisation du MOX dans les réacteurs, la démonstration de sûreté des réacteurs destinés à être chargés avec ce combustible est justifiée de manière analogue à celle des autres réacteurs : en effet, les exigences et critères de sûreté à respecter sont identiques à ceux des réacteurs sans MOX. L'IRSN analyse les dossiers de sûreté produits à cet effet par EDF, qui prennent notamment en compte les modifications du comportement neutronique des réacteurs utilisant du MOX.

Enfin, l'utilisation en réacteur nécessite des règles particulières de radioprotection pour le chargement et le déchargement des combustibles MOX.

Après irradiation, les assemblages MOX usés sont entreposés dans les piscines des réacteurs avant leur transfert à l'usine de La Hague. Compte tenu d'une puissance thermique résiduelle plus élevée que celle des combustibles UNE usés, ils nécessitent avant leur transfert un entreposage plus long que celui des combustibles UNE.