

Transport de l'uranium dans l'amont et l'aval du cycle du combustible

Florian Darras – Pascal de Bastiani

Orano NPS

Futura II - 23 Place de Wicklow, Montigny-le-Bretonneux 78180

florian.darras@orano.group

pascal.de_bastiani@orano.group

Opérateur international reconnu dans le domaine des matières nucléaires, Orano apporte des solutions aux défis actuels et futurs, dans l'énergie et la santé. Son expertise ainsi que sa maîtrise des technologies de pointe permettent à Orano de proposer à ses clients des produits et services à forte valeur ajoutée sur l'ensemble du cycle du combustible.

Grâce à leurs compétences, leurs exigences en matière de sûreté et de sécurité et leurs recherches constantes d'innovation, l'ensemble des 17 000 collaborateurs du groupe s'engage pour développer des savoir-faire de transformation et de maîtrise des matières nucléaires, pour le climat, pour la santé et pour un monde économe en ressources, aujourd'hui et demain.

Avec plus de 60 ans d'expérience, Orano NPS fournit des solutions logistiques globales pour ses clients dans le monde entier, depuis la conception des emballages et leur agrément, jusqu'au transport des matières nucléaires. Orano NPS opère plus de 6 000 transports dans le monde en satisfaisant aux plus hautes exigences de sûreté françaises et internationales.

Orano NPS dispose d'un savoir-faire unique en ingénierie, agrément, solutions de transport et d'entreposage, logistique nucléaire et services.

En France, près de 90% du nombre de transports de matières radioactives concerne des radionucléides à usage médical, technologique ou industriel. Les 10% restant concernent le « cycle du combustible nucléaire ». Ce cycle du combustible nucléaire correspond aux différentes opérations permettant de charger les réacteurs nucléaires en combustibles, fabriqués à partir d'uranium naturel, puis celles liées au recyclage de ce combustible à l'issue de son passage dans les réacteurs.

Les opérations qui conduisent à l'approvisionnement des réacteurs constituent l'**Amont du cycle** (Amont par rapport à l'introduction dans le réacteur et la production d'électricité).

Les opérations qui concernent le traitement des combustibles usés déchargés des réacteurs nucléaires après usage, à des fins de recyclage ou d'entreposage, constituent l'**Aval du cycle** (Aval par rapport au déchargement du réacteur et la production d'électricité).

La France est l'un des rares pays présentant sur son territoire l'ensemble des installations permettant la conversion, l'enrichissement, la fabrication, le traitement et le recyclage des matières nucléaires. Elle est devenue une référence à l'échelle mondiale en la matière.

La maîtrise de la sûreté des transports de matières radioactives nécessite la mise en œuvre d'une défense en profondeur basée sur le principe des trois barrières de sûreté : la robustesse des colis, la fiabilité des opérations de transport et la préparation à l'intervention en cas d'incident ou d'accident. Une quatrième barrière de fiabilité des opérations de transport s'ajoute pour prendre en compte la dimension sécuritaire requise pour les matières nucléaires (relevant du Code de la Défense).

Les exigences de maîtrise sont adaptées aux enjeux de sûreté des transports. Les enjeux sont relativement faibles dans la grande majorité des cas. Ils peuvent être toutefois majeurs pour les transports présentant une activité radiologique élevée. Ces derniers correspondent principalement aux transports d'uranium fissile de l'Amont du cycle et à la plupart des transports de l'Aval du cycle. Ces enjeux sont intimement liés aux niveaux de risques intrinsèques à la nature des différents composés de l'uranium transportés :

- l'exposition externe des personnes (Irradiation),
- la contamination de l'environnement ou des personnes, par contamination, inhalation ou ingestion de particules radioactives en cas de relâchement dans l'atmosphère (Contamination),
- le démarrage d'une potentielle réaction nucléaire en chaîne non contrôlée (Criticité),
- la chaleur pouvant engendrer des endommagements altérant la robustesse de l'emballage et des brûlures des personnes intervenant sur l'emballage (Thermique),
- les autres risques plus classiques, dits subsidiaires, par exemple de toxicité, de corrosivité.

Les transports de matières radioactives d'activité radiologique faible présentent des enjeux de sûreté mineurs car, même si les colis venaient à être entièrement détruits lors d'un accident, l'exposition du public et des intervenants resterait limitée. A l'inverse, ceux d'activité radiologique élevée présentent des enjeux de sûreté majeurs, nécessitant que les emballages utilisés soient conçus pour protéger les personnes des risques ci-dessus (contamination, irradiation, etc.), même en cas d'accident grave. Leur robustesse doit satisfaire à une série d'épreuves sévères définies au niveau international, et leur conception doit être agréée par l'autorité compétente de sûreté.

Les transports de l'Amont du cycle : De l'extraction de l'uranium naturel à la fabrication du combustible UO₂

Depuis les mines d'uranium, principalement localisées au Kazakhstan, Ouzbékistan, Niger, Australie et Namibie, l'uranium naturel, sous forme de poudre de concentré chimique d'uranium, arrive en France sur l'usine d'Orano Malvézi, après des milliers de kilomètres parcourus en transport multimodal (route ou fer, mer, fer). Après avoir été raffiné dans l'usine d'Orano Malvézi, l'uranium sous forme de poudre d'UF₄ est transporté, par route ou fer, vers le site d'Orano Tricastin. Il y sera converti en UF₆ naturel (Usine de conversion Philippe Coste) puis enrichi en U-235 pour produire de l'UF₆ enrichi (Usine d'enrichissement Georges Besse II). L'UF₆ appauvri issu de l'étape d'enrichissement de l'UF₆ après transformation en oxyde d'uranium U₃O₈ est transporté vers le site d'Orano Bessines par fer pour y être entreposé.

L'uranium, sous forme d'UF6 enrichi, est ensuite transporté par route vers l'usine de Framatome Romans-sur-Isère afin d'être transformé en UO2 et ainsi permettre la fabrication des assemblages combustibles UO2. Ils sont ensuite transportés, par route ou fer, vers les centrales nucléaires de EDF en France, et en transport multimodal (route, mer, route) vers la centrale nucléaire d'ESKOM en Afrique-du-Sud et vers l'EPR de Taishan en Chine.

Dans l'Amont du cycle, l'uranium appartient aux électriciens qui achètent des prestations de service de raffinage, conversion, enrichissement et fabrication de combustible. Ainsi, d'autres transports sont réalisés au départ ou à destination des installations en France, depuis et vers l'étranger, selon les opportunités de marché sur ces prestations de service. Ces transports concernent principalement ceux de l'UF6 naturel, enrichi et appauvri, mais aussi en moindre quantité l'UO2 enrichi sous forme de poudre, de pastilles ou de crayon.

Sur les deux premières étapes de l'Amont du cycle, les transports de concentrés chimiques d'uranium et d'UF4 présentent des enjeux de sûreté mineurs. Ils deviennent majeurs sur les étapes suivantes avec le transport de l'UF6, en particulier sur la robustesse des emballages, et pour l'UF6 enrichi, ainsi que les assemblages d'UO2, des contraintes supplémentaires liées au risque de criticité doivent être intégrées sur les opérations d'acheminements vis-à-vis de moyens de transport pour respecter des limites de groupement d'emballage et de distance entre ces groupements.

Les emballages utilisés pour l'Amont du cycle sont conçus afin de rechercher la standardisation et se prêter au transport multimodal avec des moyens de transport standards non-dédiés. Selon la réglementation, seuls les emballages à enjeux majeurs font l'objet d'un agrément délivré par l'autorité compétente de sûreté.

Les transports de l'Aval du cycle : Le devenir du combustible usé

Depuis les piscines de déchargement des réacteurs nucléaires, les assemblages combustibles usés sont transportés vers l'usine d'Orano La Hague par fer au départ des centrales nucléaires embranchées au réseau ferré, jusqu'au terminal ferroviaire de Valognes appartenant à Orano NPS et opéré par sa filiale LMC. Pour les centrales non-embranchées, le préacheminement est assuré par route en transport exceptionnel entre la centrale et un terminal ferroviaire propriété d'EDF. Le post-acheminement vers Orano La Hague est assuré par route en transport exceptionnel.

À la suite des opérations de traitement des combustibles usés réalisées sur le site d'Orano La Hague, 96% des matières recyclables sont transportées :

- 95% sous forme de nitrate d'uranyle à destination du site d'Orano Tricastin par route vers le terminal ferroviaire de Valognes, puis par fer jusqu'à destination finale, pour être transformé en oxyde d'uranium U3O8 et être entreposé,
- 1% sous forme d'Oxyde de Plutonium à destination du site d'Orano Melox par route, pour fabriquer des assemblages MOX après mélange avec de la poudre d'UO2 appauvri, lui-même acheminé par route depuis les sites de Framatome Lingen (Allemagne).

Les déchets ultimes issus du traitement des combustibles usés sont conditionnés en conteneur de résidus vitrifiés pour les produits de fission non recyclables et en conteneur de déchets compactés pour les parties métalliques des combustibles. Ces déchets sont transportés vers les pays d'origine des combustibles usés. Ceux issus du traitement des combustibles usés EDF sont stockés à Orano La Hague et seront transportés à terme vers le site Cigeo de l'Andra.

Les assemblages MOX fabriqués sur le site d'Orano Melox sont ensuite transportés, par route vers les centrales nucléaires moxées d'EDF en France, et en transport multimodal (route, mer) vers les centrales nucléaires japonaises.

Sur l'Aval du cycle, les transports présentent des enjeux de sûreté majeurs. Seul le transport de nitrate d'uranyle s'apparente aux matières de l'Amont du cycle ayant des enjeux de sûreté plus faibles.

Les emballages utilisés pour l'Aval du cycle sont principalement conçus spécifiquement pour les matières transportées. Pour les combustibles usés et les déchets de haute activité, des emballages de plus de 100 tonnes sont généralement utilisés. Ces emballages sont agréés par l'autorité compétente de sûreté et nécessitent des moyens de transport dédiés, le nitrate d'uranyle faisant exception.

La supervision des transports de matières radioactives : une approche extensive de la sûreté et de la sécurité des transports de matières radioactives et nucléaires

La performance industrielle nécessite la parfaite maîtrise des flux de transports des matières radioactives, qu'elles soient destinées à nos clients, nos sites ou produites par eux. Aussi, les opérations de transport sont effectuées avec des objectifs de sûreté identiques à ceux fixés pour les installations.

Les transports font partie intégrante du cycle du combustible car ils sont nécessaires pour relier les installations du cycle entre elles. La pérennité de la performance industrielle du cycle du combustible nécessite la parfaite maîtrise de tous les flux de transport des matières radioactives. A ce titre, les opérations de logistique doivent être traitées avec des objectifs de sûreté identiques à ceux fixés pour les installations.

Pour cela, dès la constitution et l'expédition des colis, jusqu'à la livraison chez le destinataire, Orano s'appuie sur un processus interne appelé "Manager la Supervision des transports". Ce processus complète l'application des réglementations nationales et internationales sur la sûreté des transports de matières radioactives. Il intègre la maîtrise de l'ensemble des risques, dans un périmètre plus large que celui de la sûreté et de la radioprotection.

Ainsi, le processus de supervision se décline suivant trois axes :

- en amont des transports, par la définition, la mise en œuvre d'un référentiel commun et le déploiement permanent d'analyse des risques,
- dans un cadre opérationnel, par la surveillance des activités de transports sur les sites du groupe, mais aussi partout où se déroulent des activités ayant un impact sur la sûreté,
- lors d'un incident ou d'un accident, par la gestion des situations dégradées.

Le mise en place de ce processus de supervision des transports, en maximisant la sûreté et la sécurité des transports du cycle impliquant des entités d'Orano, a doté Orano d'une approche extensive de la sûreté des transports de matières radioactives, répondant ainsi aux exigences des Autorités compétentes de sûreté et de sécurité, mais aussi celles attendues du public.