

PNGMDR – fiche d'analyse des controverses techniques:**3 - Entreposage du combustible usé.**

3 - a) Compte tenu de la puissance installée actuelle des réacteurs et de la production actuelle de combustible usé, une nouvelle solution d'entreposage est-elle nécessaire et si oui à quelle échéance?

3 - b) Quels sont les mérites intrinsèques des différentes formes d'entreposage du combustible usé (à sec ou en piscine, centralisé ou sur site) ?

3 - c) En admettant qu'un nouvel entreposage soit nécessaire, quelle forme d'entreposage (à sec ou en piscine, centralisé ou sur site) est-elle la plus adaptée à la situation française ?

Cadre 1, rempli et retourné à la CPDP par mail pour le **lundi 22 octobre**.

Position argumentée sur la question n° 3 exprimée par Global Chance**1. L'absence de l'entreposage à sec dans la gestion des combustibles irradiés en France**

Après avoir été utilisés dans les réacteurs nucléaires, les combustibles irradiés sont entreposés quelques années dans des piscines de refroidissement attenantes aux réacteurs. La question d'un stockage pérenne se pose ensuite, lorsque leur radioactivité et la chaleur qu'ils dégagent ont suffisamment diminué.

Dans la majorité de pays pourvus de centrales nucléaires¹, c'est la solution d'entreposage à sec qui a été retenue. Même les pays pratiquant (ou ayant l'intention de pratiquer) le retraitement ont des stockages à sec opérationnels : c'est le cas de la Russie, de la Grande Bretagne, du Japon et de la Chine.

La France se distingue par son refus de cette option, au nom de sa doctrine du « retraitement » et au profit des deux projets contestables et contestés : l'enfouissement pour les déchets nucléaires hautement radioactifs et à durée de vie longue (projet Cigéo à Bure) et le projet d'entreposage centralisé en piscine au centre de l'hexagone.

Notons ici que l'exportation d'électricité, presque exclusivement d'origine nucléaire de 12% aujourd'hui et plus encore dans les projections d'EDF, augmente d'autant la quantité de déchets HA-VL, MA-VL et FMA-VL à gérer dans le PNGMDR, en plus de ce qui correspondrait aux besoins nationaux d'électricité.

2. L'entreposage à sec, le paradoxe américain d'Orano

Tandis que les promoteurs français du nucléaire écartent l'entreposage à sec, ils feignent d'ignorer l'expérience acquise en la matière par un pays tel que les Etats-Unis, pays où Orano « champion » du nucléaire en France se positionne sur le marché américain via sa succursale Orano TH, en vantant son système d'entreposage à sec de combustibles irradiés.

L'expérience d'entreposage à sec aux Etats-Unis est loin d'être marginale, elle a commencé en 1986. Si l'on prend les données 2009 de la NRC², 62 681 t de combustibles usés étaient sortis des 99 réacteurs en service et 13 856 t (22%) étaient en situation de stockage à sec sur 75 installations de stockage à sec.

Sur les 75 sites d'entreposage à sec, Orano TH revendique d'en être l'opérateur sur 33 sites (44%).

¹ Notamment Etats-Unis, Allemagne, Suède, Corée du Sud

² [NRC 2016], Nuclear Regulatory Commission.

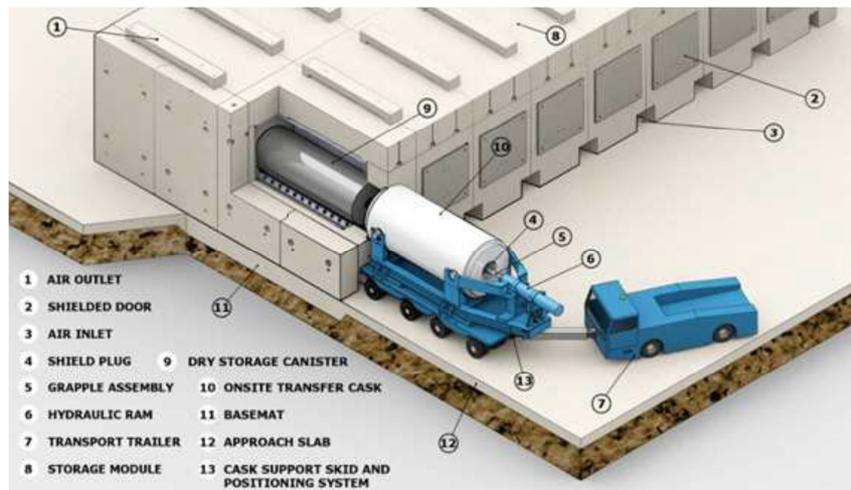


Figure n°1 : Schéma de l’entreposage à sec de type NUHOMS développé par Orano TH sur le site de San Onofre (Etats-Unis) – Source : IRSN.

D’autre part, aux Etats-Unis, la firme Holtec International propose un nouveau modèle de conteneur qui permettrait de réduire très fortement le temps de séjour en piscine avant l’entreposage à sec³.

3. Eléments de sûreté de l’entreposage en piscine ou à sec des combustibles usés

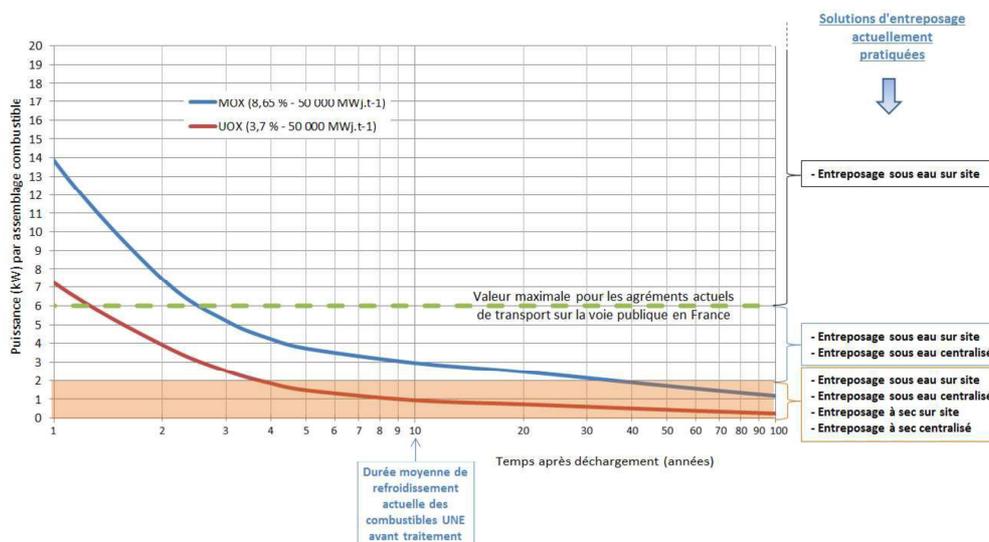


Figure n°2 : Evolution de la puissance thermique de combustibles MOX et UOX, usés à 50 000 MWj par tonne – Source : IRSN.

D’après l’IRSN, l’entreposage à sec des combustibles usés est envisageable à partir d’une puissance thermique résiduelle de 2 kW par assemblage⁴, soit quatre ans après sortie de réacteur pour les combustibles UOX et 30 ans pour des combustibles MOX (voir figure n°2). La pratique usuelle aux Etats-Unis est de l’ordre de 10 ans de refroidissement en piscine, avec une durée minimale de 5 ans, avant transfert en entreposage à sec.

Sans aléas de fonctionnement dans la filière nucléaire actuelle, les capacités d’entreposage en piscines réacteurs et piscines de la Hague sont estimées comme saturées dans 5 à 10 ans par l’IRSN et les opérateurs, 1 an en cas d’arrêt générique sur les usines de La Hague comme une rupture sur les évaporateurs de solutions de haute activité.

Pour remédier à cette situation, EDF envisage la construction d’une piscine centralisée à l’échéance 2030. Ne serait-il pas plutôt pertinent d’envisager la mise en place, sur les sites actuels de réacteurs, d’installations de stockage à sec pour désengorger les piscines de réacteur ?

³ [Beyond Nuclear 2018]

⁴ [IRSN 2018].

Au niveau de la sûreté d'une telle installation, la réfrigération s'effectue par convection naturelle, et le transport de combustibles à travers l'hexagone est supprimé.

Il nous paraît indispensable de demander à l'IRSN une étude approfondie sur la possibilité d'un stockage à sec des combustibles MOX usés, d'une part en explorant les types de chargement des conteneurs et, d'autre part, la qualité de ceux-ci et en particulier ceux proposés par Holtec.

Une étude économique de comparaison des différentes solutions, tant pour les combustibles irradiés (uranium et MOX) que pour les déchets radioactifs HA-VL et MA-VL, serait également indispensable.

Bibliographie

[Global Chance 2018], *L'entreposage à sec des combustibles irradiés*, Bernard Laponche, 30 avril 2018.

[IRSN 2018], *Entreposage du combustible nucléaire usé : concepts et enjeux de sûreté*, Rapport IRSN n°2018-00003, juin 2018.

[NRC 2016], Référence : <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/dry-cask-storage.html> et

<https://www.nwtrb.gov/docs/default-source/meetings/2016/august/carter.pdf?sfvrsn=12>

[Beyond Nuclear 2018], <http://www.beyondnuclear.org/decommissioning/2018/8/1/holtec-expands-n-wasteand-new-build-business-model-with-rap.html?printerFriendly=true>

Cadre 2, rempli et retourné à la CPDP par mail pour le **jeudi 15 novembre** par les personnes ou organismes ayant des contre-arguments à présenter par référence au cadre 1.

Contre-Argumentation, présentée par l'IRSN :

Dans sa fiche, Global Chance considère « indispensable de demander à l'IRSN une étude approfondie sur la possibilité d'un stockage à sec des combustibles MOX usés, d'une part en explorant les types de chargement des conteneurs et, d'autre part, la qualité de ceux-ci et en particulier ceux proposés par Holtec. »

S'agissant de l'entreposage à sec des combustibles MOX usés, les valeurs présentées dans le rapport « entreposage du combustible nucléaire usé : concepts et enjeux de sûreté » [1], notamment la puissance thermique de 2 kW pour les assemblages pouvant être mis dans les concepts d'entreposage à sec actuels, sont des ordres de grandeur correspondant aux emballages existants.

Sur le principe, il est tout à fait envisageable de définir des évolutions de ces emballages permettant d'entreposer des combustibles d'une puissance thermique supérieure à 2 kW.

La première évolution, déjà mise en œuvre par les concepteurs d'emballage, est de recourir à des plans de chargement dits hétérogène, mixant des combustibles usés de puissance thermique « élevées » (c'est-à-dire supérieure à la valeur de 2 kW évoquée précédemment) avec des combustibles de puissance thermique unitaire « faible » (c'est-à-dire inférieure à 2 kW).

Une deuxième évolution possible est de limiter le nombre d'assemblages par emballage. Généralement, les emballages sont conçus pour entreposer de 20 à 37 assemblages de type REP. En réduisant ce nombre, la puissance maximale par assemblage pourrait être augmentée.

Par ailleurs, des améliorations des capacités de dissipation thermique des emballages d'entreposage sont envisageables.

Enfin, les caractéristiques des combustibles MOX, en particulier leur teneur en plutonium avant irradiation et la composition isotopique du plutonium, ont évolué au cours du temps. La courbe de décroissance thermique présentée dans le rapport de l'IRSN précité correspond aux combustibles MOX actuellement utilisés dans les réacteurs d'EDF (teneur en plutonium de 8,65 %). Les combustibles MOX chargés par le passé dans les réacteurs EDF présentaient des teneurs en plutonium inférieures (de l'ordre de 5,3 % puis 7,08 %). Pour ces combustibles, le délai minimal pour atteindre une puissance thermique de 2 kW est de l'ordre de 10 à 20 ans. Compte-tenu du délai écoulé depuis leur déchargement des réacteurs, certains d'entre eux pourraient d'ores-et-déjà être mis dans des emballages d'entreposage. Il pourrait être envisagé d'examiner plus précisément

les inventaires des combustibles concernés.

En réponse aux commentaires de Global Chance, l'IRSN considère que les pistes d'adaptation des dispositifs d'entreposage à sec présentées ci-avant permettraient sur le principe l'entreposage à sec au moins des combustibles MOX usés les plus anciens. Si l'IRSN peut identifier les paramètres sensibles pour la sûreté et la radioprotection des dispositifs d'entreposage, il considère qu'il reviendrait en priorité aux exploitants d'étudier la faisabilité industrielle de telles solutions. L'IRSN pourrait, pour sa part, évaluer ces développements, en réalisant par exemple des études de sensibilité autour des options retenues.

Comme indiqué dans la fiche rédigée par l'IRSN en réponse à la question Q3a, du point de vue de la sûreté, dans les entreposages à sec, la capacité d'examen direct et aisé des gaines des combustibles est réduite alors que, du fait de la température élevée des gaines, les phénomènes de vieillissement sont accélérés. Aussi, la garantie de la maîtrise du vieillissement des gaines repose principalement sur des études, qui ont notamment permis de définir la température maximale acceptable des gaines en entreposage. A cet égard, les éléments disponibles pour les combustibles présentant des taux de combustion élevés, pour les MOX et globalement pour des longues durées d'entreposage (plus de 40 ans) sont limités. Aussi, le développement d'une solution d'entreposage à sec de combustibles MOX usés devrait s'accompagner du développement d'études et d'actions de recherche pour préciser les conséquences des mécanismes de vieillissement pour ces types de combustible et ces durées d'entreposage.

Références :

[1] Rapport IRSN n°2018-00003 - Entreposage du combustible nucléaire usé : concepts et enjeux de sûreté - Rapport établi en réponse à une saisine de la Commission d'enquête parlementaire sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires - Juin 2018 ; [téléchargeable sur le site IRSN](#)

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