

PNGMDR – fiche d'analyse des controverses techniques:

- **Numéro et Intitulé de la question: 3- b) Entreposage du combustible usé.** Quels sont les mérites intrinsèques des différentes formes d'entreposage du combustible usé (à sec ou en piscine, centralisé ou sur site) ?

Les développements de chaque cadre ci-dessous sont limités à 3 à 4000 caractères, hors schémas et renvois à des références bibliographiques externes.

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

Position argumentée sur la question n° 3 – b) exprimée par EDF

Deux concepts d'entreposage de longue durée existent : l'entreposage sous eau (dans des piscines) ou à sec (dans des emballages ou des canisters¹). Les mérites intrinsèques de ces concepts d'entreposage sont les suivants :

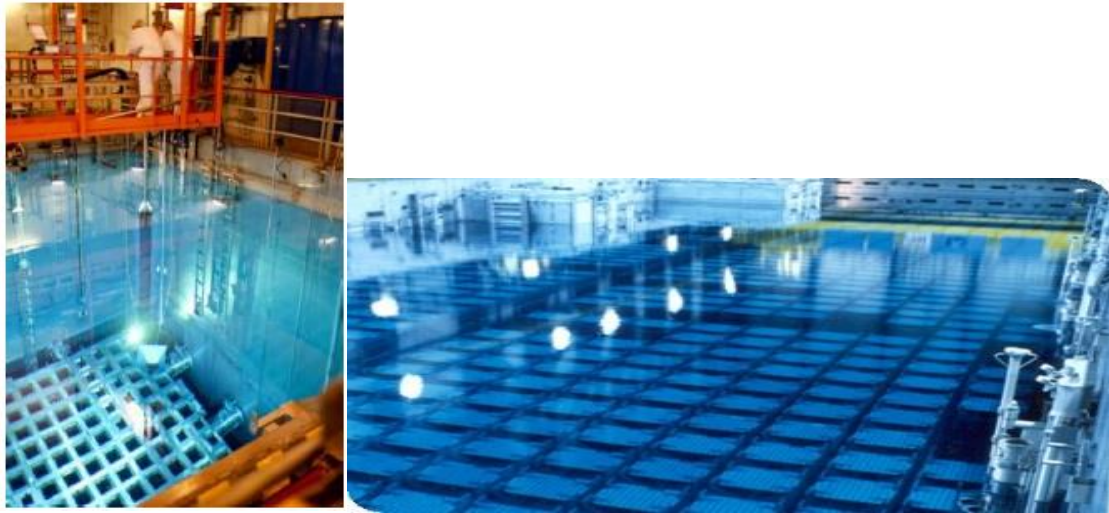
- **Pour les deux concepts, le même niveau de sûreté en exploitation est atteignable par conception.** Dans les deux cas, pour éviter la rupture de la gaine (première barrière de sûreté), le refroidissement des combustibles ou des emballages doit être assuré en situation d'exploitation y compris dans les situations accidentelles (volume et refroidissement de l'eau pour le premier, non obturation de la circulation naturelle de l'air pour le second). De même, les deux installations doivent présenter le même niveau de confinement des matières radioactives vis-à-vis de l'environnement. En cas d'incident, il est plus facile d'accéder au combustible entreposé sous eau ; dans le cas de certains accidents, le nombre de combustibles concernés peut être moins important pour un entreposage à sec. Dans les deux cas, les dispositifs de sûreté de l'installation doivent être dimensionnés pour éviter que d'éventuels accidents ou agressions aient un impact sur l'environnement et la santé des personnes.
- **L'entreposage sous eau permet de recevoir tout type d'assemblages, en particulier ceux qui dégagent beaucoup de chaleur tandis que l'entreposage à sec nécessite un refroidissement sous eau préalable des combustibles usés**, de l'ordre de 5 ans pour les combustibles UNE et pouvant aller jusqu'à 40 ou 50 ans pour le combustible MOX actuel (puissance thermique et pression interne plus élevée). Le refroidissement des gaines par un contact direct de l'eau est en effet plus efficace que leur refroidissement par gaz inerte dans une cavité étanche où les transferts thermiques avec l'air extérieur se font à travers les parois de l'emballage ou du canister.
- **Une surveillance et un accès au combustible plus aisés en entreposage sous eau.** A sec, l'accès aux combustibles est possible, mais nécessite la réouverture de l'emballage ou du canister scellé. Ceci complexifie la surveillance du comportement des gaines du combustible ou l'intervention en cas de détection d'une anomalie suite au contrôle de la qualité de l'air ou de l'étanchéité de l'emballage ou canister.

¹ Les emballages, qui assurent à la fois le transport et l'entreposage, sont des emballages métalliques lourds similaires aux emballages actuels de transport des combustibles usés. Les canisters sont des cylindres métalliques fermés par soudage, qui sont placés dans des structures d'entreposage en béton (silos horizontaux, silos verticaux ou casemate contenant plusieurs puits)

- **En termes de maîtrise du vieillissement des gaines de combustible et de leur tenue mécanique permettant d'assurer la repreneabilité des assemblages (i.e. manutention, transport, traitement ou stockage), l'entreposage long terme sous eau présente plus de garanties.** Les études de R&D et un retour d'expérience de plusieurs décennies garantissent la repreneabilité des assemblages après un siècle d'entreposage sous eau. Pour l'entreposage à sec, les phénomènes sont sensiblement différents puisque les températures atteintes par les gaines sont plus élevées. Le retour d'expérience international ne montre pas de dégradation des assemblages observé à date mais il est pour l'instant limité à des assemblages à base d'uranium enrichi et réduit par l'accessibilité difficile aux assemblages. Le retour d'expérience sur l'entreposage de longue durée à sec des MOX est par ailleurs très limité. Des programmes de recherche internationaux sont en cours en particulier sur des combustibles avec des taux d'irradiation plus importants pour essayer de prévoir les dégradations possibles.
- **Le délai de développement/construction d'une installation d'entreposage en France est évalué à plus de 10 ans pour les deux types d'entreposage.** Cette durée couvre la conception, les dossiers réglementaires (Dossier d'Options de Sûreté, Demande d'Autorisation de Création, permis de construire ...), la construction (bâtiment d'entreposage et installation pour ouvrir/fermer les emballages dans le cas d'entreposage à sec ; installation de déchargement et piscine pour entreposage sous eau) et les essais avant mise en service.
- De par sa modularité, **l'entreposage à sec est bien adapté pour répondre au besoin d'entreposage de longue durée d'une centrale nucléaire gérée de manière isolée (quantités de combustible usé limitées et produites de manière espacée dans le temps) tandis que l'entreposage sous eau est bien adapté pour répondre à des besoins plus importants (gestion intégrée des combustibles usés de plusieurs centrales).**
- **A quantité de combustible égale, l'emprise au sol d'un entreposage à sec est plus grande de l'ordre de 30% que celle d'un entreposage sous eau.**

Les deux types d'entreposage, de longue durée (sous eau et à sec) peuvent être mis en œuvre site par site ou de manière centralisée (c'est-à-dire sur un site répondant aux besoins de plusieurs centrales). **Un entreposage centralisé permet de limiter le nombre d'installations nucléaires de longue durée à construire, à exploiter puis à déconstruire. Il facilite également la mise en œuvre des moyens nécessaires à l'exploitation, à la sécurité, à la sûreté, à la gestion des impacts environnementaux et au contrôle de l'installation.** Un entreposage centralisé est par ailleurs plus avantageux en termes d'emprise, de consommation de ressources et de quantité de déchets produits (notamment lors du démantèlement).

Document externe de référence : Rapport de l'IRSN publié en 2018 sur l'entreposage des combustibles usés



Photos d'une piscine BK et d'une piscine de La Hague



Installations d'entreposage à sec d'emballage, de silos horizontaux ou verticaux, d'un canister

Cadre 2, rempli et retourné à la CPDP par mail pour le **mercredi 14 novembre** par les personnes ou organismes ayant des contre-arguments à présenter par référence au cadre 1.

Contre-Argumentation, présentée par (nom de la personne ou organisme):

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

