

LES COMBUSTIBLES NUCLEAIRES

I- Généralité :

Eléments capables de subir le processus de **fusion nucléaire**, par la capture de **neutrons**, l'**annihilation** d'une partie de leur **masse** et sa transformation en **énergie** sous forme de **chaleur** et, en même temps, la transformation en éléments de plus petite **masse atomique**.

L'**uranium U-235** contenu pour à peine **0,71%** à peine dans l'uranium naturel, représente pratiquement l'unique combustible nucléaire qui se trouve dans la nature.

Les autres combustibles nucléaires d'importance pratique, c'est-à-dire le **plutonium Pu-239** et l'**uranium U-233**, s'obtiennent artificiellement par l'**irradiation neutronique (autofertilisation)** respectivement de l'**uranium U-238** et du **thorium Th-232**.

En raison de leurs caractéristiques nucléaires respectives, l'uranium est plus adapté pour fonctionner dans les **réacteurs** à neutrons lents, le plutonium dans les réacteurs à neutrons rapides.

Les combustibles nucléaires à neutrons doivent être employés, en concentration, sous forme de **combinaisons** et sous forme **physique** et **géométrique** qui impliquent le meilleur déroulement de la réaction de fusion, à savoir l'obtention dans le noyau des réacteurs de la plus haute température possible, compatible avec leur résistance et leur capacité de transmettre la chaleur au fluide réfrigérant.

II- Revêtement des combustibles :

Opération d'isolement effectuée afin d'éviter le contact direct entre le combustible nucléaire et le réfrigérant. Outre le **zirconium** et ses alliages (spécialement adaptés aux réacteurs lents refroidis à l'eau), le revêtement des combustibles nucléaires peut être effectué avec de l'**aluminium** (éventuellement associé à du **nickel**) ou à des poudres d'aluminium frittées (pour les réacteurs refroidis à l'eau, mais marchant à des températures plutôt limitées ou avec des réfrigérants organiques), avec des alliages à base de **magnésium** (et de l'**anhydride carbonique** comme réfrigérant), avec du **graphite imperméabilisé** (et de l'**hélium** comme réfrigérant), avec aussi des aciers fortement liés au **nickel-chrome** (pour les réacteur à eau mais à **uranium enrichi**, ou pour les

réacteurs rapides refroidis au **sodium** liquide, sont également adaptés les alliages à haute concentration de **niobium**, **molybdène**, **tantale** et **vanadium**.

III- Récupération des combustibles :

Le réacteur nucléaire ne consomme pas tout le combustible nucléaire introduit, mais seulement une partie plus ou moins limitée, c'est-à-dire non seulement par les phénomènes de **corrosion**, de **déformation** et de **renflement** auxquels sont sujets les combustibles nucléaires sous forme solide par accumulation irrégulière des produits de la **fission** (spécialement les produits volatiles), mais surtout par le fait que chacun de ces produits a une section de capture élevée pour les neutrons ; en sorte que la réaction en chaîne tend à s'arrêter à partir d'une certaine limite (**empoisonnement du réacteur**). Il est donc nécessaire, après une période de marche, de procéder à un renouvellement du combustible nucléaire (complètement ou en partie, avec ou sans arrêt du réacteur) dans le but de récupérer la **matière fissile** non transformée et éventuellement fertile formée, en séparant des produits de la fission et récupérant ainsi ces derniers.

Une telle opération reste alors que les combustibles nucléaires récupérés ne sont pas intéressants économiquement, parce que, lorsqu'on traite des matériaux fortement **radioactifs**, pour des raisons de sécurité, les écoulements ne sont pas admis. La récupération des combustibles nucléaires doit être faite avec des précautions spéciales, grâce à des **systèmes automatiques** et commandés à distance, derrière des écrans adéquats et avec une méthode particulière.

Généralement, avant le traitement, le combustible nucléaire, avec toute son enveloppe, subit une **décontamination** spontanée lors d'un stockage plus ou moins long qui abaisse la **radioactivité** globale.

Suit le transport, puis l'installation de récupération, ou la première opération effectuée est la séparation du revêtement, par voie mécanique ou chimique (dissolution par des réactifs adaptés).

Finalement, le combustible nucléaire est soumis au traitement de **séparations** de ses composants, en général effectué en phase humide ; ensuite on procède à l'opération de **dissolution** du combustible nucléaire par d'autres réactifs chimiques ; durant cette opération sont éliminés ou récupérés des produits de fission volatile, comme les gaz rares (**krypton**, **xénon**) et l'**iode**.

La séparation de l'uranium du plutonium et des produits de fission (principalement le **zirconium**, les terres rares parmi lesquelles le **cérium** et le **lanthane**, le **césium**, le **strontium**, le **barium**, le **molybdène**, le **technétium**, le **ruthénium**, le **rhodium**...) est faite généralement à l'aide de processus d'extraction sélective des solutions nitriques des solvants organiques, processus qui, combinés avec des opérations d'**oxydoréduction** ou avec d'autres transformations chimiques des divers éléments

présents, permettent de réaliser souvent la séparation sur la même solution et de manière continue, arrivant à un facteur satisfaisant de décontamination.

Cependant les solvants organiques sont sujets à une décomposition due aux radiations émises par les matériaux mis en jeu.

Dans certains cas, on peut substituer aux **méthodes à solvant** des processus **pyrométallurgiques** ou des **méthodes de distillation fractionnées** des **fluorures** des éléments présents, ou encore des **méthodes d'absorption** par des résines échangeuses d'ions. Les méthodes à solvant sont aussi utilisées pour la séparation des produits de **fertilisation**.