

LE REACTEUR NUCLEAIRE

I- Généralité :

Installation permettant de produire de l'**énergie** à partir des **réactions** de **fission nucléaire en chaîne** (**contrôlée**).

Le terme peut aussi s'étendre aux réacteurs qui engendrent des réactions de **fusion** auxquels est consacrée la dernière partie de l'**analyse**.

II- Réacteur à fission :

Le **combustible** d'un **réacteur nucléaire** est constitué d'**éléments fissibles**, capables de fissionner lors d'un **choc** avec un **neutron** en libérant de nouveaux neutrons (c'est le principe de la réaction en chaîne).

Sont fissibles l'**uranium 235 U**, **233 U**, le **plutonium 239 Pu** et le **thorium 232 Th**. En particulier, les éléments **U 235**, **U 233** et **Pu 239** fissionnent lorsqu'ils rencontrent des neutrons dits « **thermiques** » ; l'**U 238** et le **Th 232** ne fissionnent qu'en présence de neutrons rapides.

Par conséquent, un réacteur est dit **rapide** si la fission est provoquée par des neutrons rapides, générés par les fissions précédentes, et **thermique** si les fissions sont provoquées par les neutrons ralentis au cours de **collision** dans le milieu et dont l'énergie est égale à l'énergie d'agitation thermique.

Le ralentissement des neutrons est assuré par le **modérateur** auquel les neutrons cèdent leur énergie par collision.

Les réacteurs nucléaires thermiques peuvent être entourés de **réflecteurs** constitués du même matériel que celui du modérateur et dont la fonction est de réfléchir les neutrons vers le réacteur.

Dans les réacteurs nucléaires rapides, la réaction en chaîne est maintenue par les neutrons rapides, c'est-à-dire par les neutrons n'ayant pas (ou peu) perdu d'énergie par collision après avoir été produits lors de la fission des noyaux.

En fait, le fonctionnement du réacteur est conditionné par la résolution de **trois problèmes suivants** : **maintien et contrôle des réactions** de fissions nucléaires, **évacuation de la chaleur dégagée** (afin de **limiter l'élévation de température du combustible** et du réacteur), **limitation de l'effet des rayonnements**.

III- Organes principaux :

Les composantes principales d'un réacteur nucléaire sont : le **noyau**, les **dispositifs de contrôle**, le **système de refroidissement**, les **systèmes de mesure**, les **systèmes de protection**, les **systèmes auxiliaires**.

Pour diminuer le plus possible les risques de **contamination** en cas d'**avarie**, le réacteur ainsi que ses installations annexes sont placés dans une enveloppe hermétique (**container**).

Le noyau (ou **cœur**), partie centrale des réacteurs nucléaires, contient le combustible et, dans un réacteur thermique, le modérateur.

La chaleur, extraite grâce à un fluide dit **caloporteur** qui parcourt un tuyau traversant le noyau, sert à faire fonctionner des **turbines à vapeur**.

Le système de refroidissement est constitué par un ensemble de tubes parcourus par le fluide caloporteur. Ce dernier peut être un gaz (**air, hélium**) ou de l'eau liquide (**eau, eau lourde, mélange de sodium** et de **potassium, sodium fondu**).

Le fluide réfrigérant primaire se réchauffe en traversant le tuyau, véhiculant ainsi la chaleur vers l'extérieur (circuit primaire). Cette chaleur est ensuite cédée, par l'intermédiaire d'un générateur de vapeur, au réfrigérant secondaire.

Les dispositifs de contrôle permettent de faire varier le facteur de multiplication des neutrons, en les rendant supérieur à 1 lorsque l'on veut éteindre le réacteur ou en diminuer l'activité.

Les grandeurs physiques telles que la température, la pression, le nombre de neutrons, la radioactivité, etc. sont contrôlées par divers **instruments de mesure**, certains de type conventionnel (**thermomètres, fluxmètres**, etc.) d'autres plus spécifiques (**compteurs professionnels, chambres à fission, chambres d'ionisation, compteurs à scintillation**).

Le système de protection sert à mettre à l'abri le personnel des radiations extrêmement intenses émises par le réacteur.

Les systèmes auxiliaires, qui assurent le fonctionnement de l'installation nucléaire, varient selon le type de réacteur. D'une façon générale, leurs fonctions recouvrent : la purification du fluide contenu dans le circuit primaire, le refroidissement d'urgence, la manipulation du combustible, etc.

IV- Classification :

Les réacteurs utilisant la chaleur de façon directe ou la convertissant en énergie électrique sont dits **réacteurs nucléaires de puissance**.

Ceux utilisant les radiations sont utilisés dans le domaine de la recherche, notamment pour la production de **radio-isotopes** artificiels mais aussi en biologie, ou en chimie. Selon le spectre des neutrons produits, on parle de réacteur nucléaire thermique ou de réacteur nucléaire rapide.

Le **BWR (Boiling Water Reactor)** est un réacteur nucléaire de type hétérogène utilisant de l'eau bouillante à la fois comme réfrigérant et comme modérateur.

Le **PWR (Pressurized Water Reactor)** est un réacteur nucléaire de type hétérogène utilisant comme modérateur et liquide réfrigérant de l'eau à **280°C** sous une pression de **140 atm**.

Le **GCR (Gas Cooled Reactor)** est un réacteur nucléaire hétérogène refroidi par de l'**anhydride de carbone** sous pression maintenu en circulation dans le circuit par des turbines soufflantes, dont les variantes sont : l'**AGR (Advanced Gas-Cooled Reactory)** dont le combustible est l'uranium légèrement enrichi ; l'**HTGR (HTGR)**.

Le **HWR (Heavy Water Reactor)** est un réacteur nucléaire par de l'eau lourde et réfrigéré par des fluides divers et dont les modèles les plus répandus actuellement sont le **PWR**, le **BWR** et le **FBR**.

V- Réacteur à fusion :

Machine permettant de produire des réactions de **fusion thermonucléaire** et d'en récupérer l'énergie.

Il existe des projets de machines de dimensions raisonnables pour la production d'énergie à usage domestique et industriel.

Le passage d'appareils aux dimensions réduites à des machines de grandes dimensions exige la résolution de certains problèmes, en particulier celui de l'**instabilité du plasma**, de l'**interaction** du plasma avec les parois du container, du **mécanisme d'évacuation** de la chaleur (c'est-à-dire la technique d'utilisation de l'énergie libérée par la fusion).

Le réacteur à fusion possède **deux avantages** : **le premier**, qu'il partage avec le réacteur à fusion, est qu'il ne déverse pas de produits de combustion dans l'air ambiant ; **le second**, mais peut-être le plus précieux, est qu'à l'inverse du réacteur à fission, il n'engendre pas de substances radioactives.



En effet, les neutrons produits par la fusion de **1** **1** peuvent être absorbés par liquide modérateur sans produire d'autre réaction d'ordre radioactif (par exemple : ils peuvent être absorbés par le **lithium** pour former le **tritium**), évitant ainsi les problèmes de recyclage des matières radioactives issues des réacteurs à fission.