

Chapitre 3 : Les centrales nucléaires

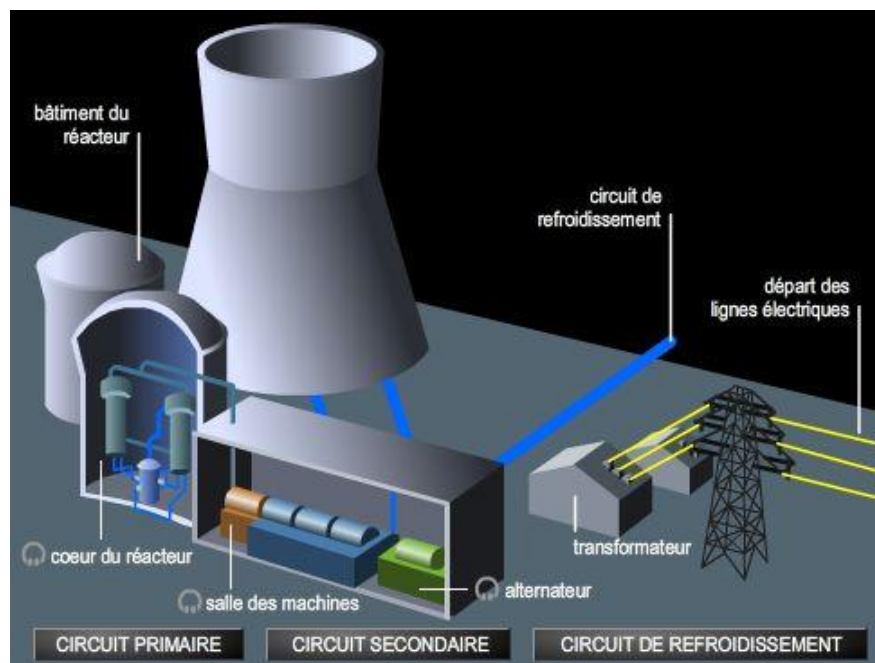
1. Qu'est-ce qu'une centrale nucléaire?

Une centrale nucléaire, comme une centrale thermique, utilise le même principe de fonctionnement, à savoir la transformation de chaleur en électricité. Dans une centrale nucléaire, c'est la fission d'un noyau atomique qui permet de produire cette chaleur.

L'objectif est de faire chauffer de l'eau afin d'obtenir de la vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner une turbine couplée à un alternateur qui produit de l'électricité.

Une centrale nucléaire se compose de 4 parties principales :

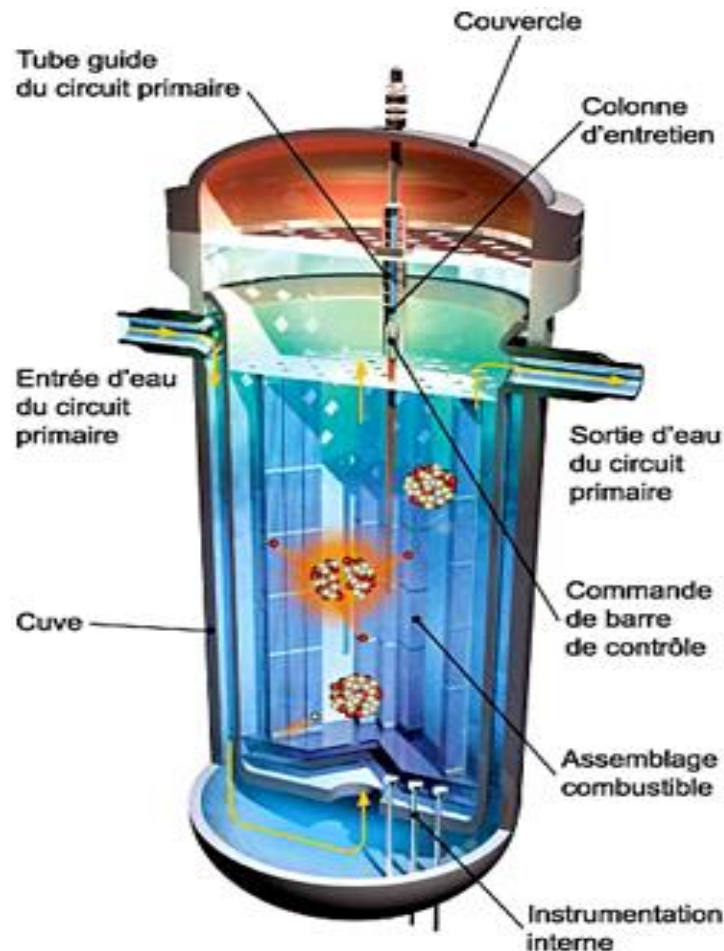
- le **bâtiment contenant le réacteur** dans lequel a lieu la fission
- la **salle des machines** où est produite l'électricité
- les **départs de lignes électriques** qui évacuent et transportent l'électricité
- des **tours de refroidissement** uniquement en bord de rivière



La production d'électricité d'origine nucléaire est développée plus largement à partir de 1974, au lendemain du 1^{er} choc pétrolier

2. Le cœur du réacteur

L'énergie nucléaire utilisée pour produire de l'[électricité](#) est produite par un [réacteur nucléaire](#). Dans le réacteur se produisent des réactions en chaîne de fission nucléaire d'une manière contrôlée.



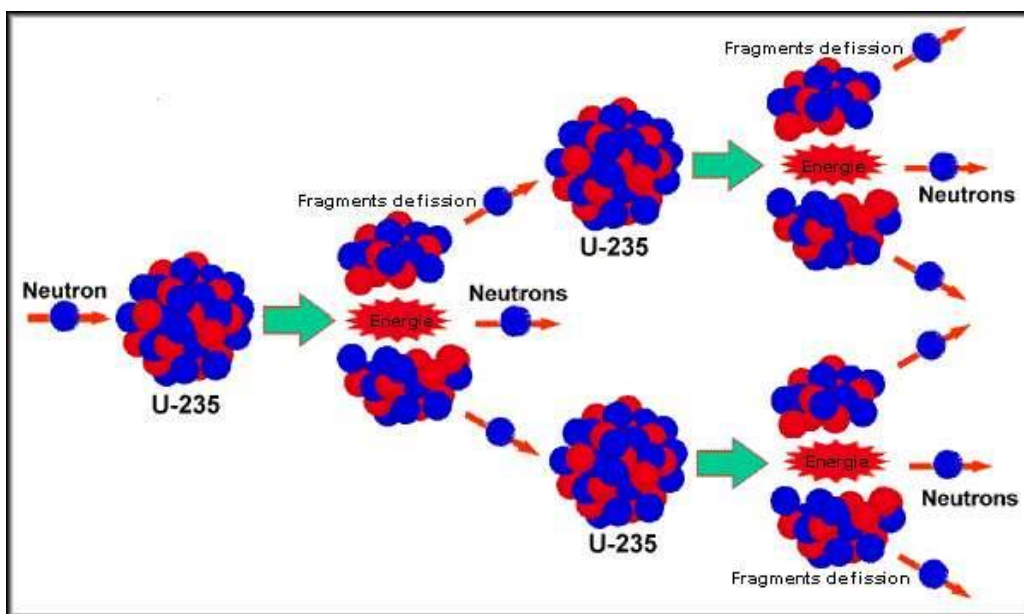
2.1 Le combustible nucléaire

Le combustible d'une centrale nucléaire contient des atomes fissiles c'est-à-dire des atomes dont le noyau a la capacité de se casser sous l'action d'un neutron, et, ce faisant, de libérer une quantité considérable d'énergie. Les principaux atomes fissiles sont l'uranium 233, l'uranium 235, le plutonium 239 et le plutonium 241. Seul [l'uranium 235](#) se trouve à l'état naturel. C'est donc le plus souvent lui qui est utilisé comme combustible dans les centrales nucléaires. Le combustible nucléaire est placé dans le cœur du réacteur.

2.2 La fission nucléaire

Quand un noyau d'uranium 235 absorbe un neutron, il peut se fractionner en deux fragments. Ce phénomène, appelé « fission », génère une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur.

Le principe d'un réacteur nucléaire consiste à récupérer cette chaleur pour chauffer un fluide et produire de la vapeur qui permettra d'activer la turbine. Chaque fission produit à son tour des neutrons d'énergie élevée qui, en se déplaçant parmi les atomes d'uranium 235 ou de plutonium, peuvent provoquer la fission d'un nouveau noyau d'atome d'uranium 235 et générer ainsi [des réactions en chaîne](#) (cascade de fissions).

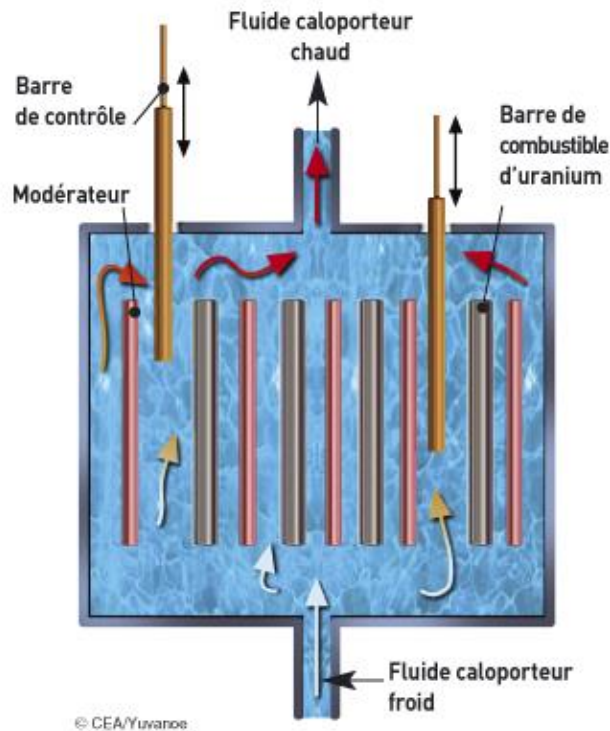


Dans un réacteur nucléaire, la réaction en chaîne est maîtrisée et se maintient à un rythme de fissions constant grâce à [des barres de contrôle](#) qui régulent le nombre de neutrons et à [un modérateur](#) qui régule leur vitesse (ralentissement des neutrons afin d'augmenter les chances qu'ils provoquent une fission). La fission d'un gramme d'uranium produit plus de chaleur que la combustion d'une tonne de pétrole.

2.3 Le caloporteur et le générateur de vapeur

L'énergie libérée sous forme de chaleur doit être récupérée pour produire de l'électricité. C'est le caloporteur, un fluide pouvant être un gaz ou un liquide, qui joue ce rôle. Le caloporteur s'échauffe au contact du combustible chauffé

par les fissions. En circulant autour des barreaux d'uranium, il récupère la chaleur du combustible pour la transporter hors du cœur du réacteur.



3. Les différents types de réacteurs

On peut les classer en 5 grandes catégories en fonction de la nature du combustible utilisé, de la substance qui transporte la chaleur appelée caloporteur et de la substance qui ralentit les neutrons appelée modérateur :

Réacteur à eau pressurisée (ou REP)

L'eau sous pression (donc à l'état liquide) est à la fois le caloporteur et le modérateur. Le combustible utilisé est de l'uranium enrichi.

Ce type de réacteur est le plus répandu dans le monde, représentant environ 55 % des réacteurs installés.

Réacteur à eau bouillante (ou REB)

L'eau est aussi le caloporteur, mais elle n'est plus pressurisée. À pression atmosphérique ambiante, elle devient bouillante. Le combustible utilisé est de l'uranium enrichi.

Ce type de réacteur représente 22 % des réacteurs installés dans le monde.

Réacteur à eau lourde

L'eau lourde est à la fois le caloporteur (mis sous pression) et le modérateur. C'est une eau constituée de molécules d'eau dont l'atome d'hydrogène est un atome de deutérium, isotope lourd de l'hydrogène.

Le combustible utilisé est de l'uranium naturel.

Réacteur à neutrons rapides (ou RNR)

Ils n'utilisent pas de modérateur et cherchent à exploiter de façon plus complète les propriétés du combustible. Le fluide caloporteur est un métal liquide (tel le sodium) ou un gaz (par exemple l'hélium). Le combustible utilisé est de l'uranium enrichi ou du plutonium. Ils peuvent générer de la matière fissile, d'où leur nom de surgénérateurs.

Le réacteur Phénix en France fonctionne avec cette technologie.

Réacteur caloporteur gaz (RCG)

L'hélium est le caloporteur. Porté à haute température, il peut alimenter directement la turbine sans échangeur intermédiaire.

Il peut permettre la réalisation de centrales de petites tailles (de 100 à 300 MW) et peut également fonctionner avec des neutrons rapides.

4. Générations de réacteurs

Les réacteurs nucléaires ont été classés en plusieurs générations en fonction de l'âge de leur conception:

- Les réacteurs actuellement en service sont dits de **génération II** (voire I pour les plus anciens; e.g. [Magnox](#) au Royaume-Uni).
- Les réacteurs actuellement en construction ([EPR](#), [AP1000](#)) sont dits de **génération III ou III+** (voire II+ pour les [CPR1000](#) chinois).
- Les réacteurs de **génération IV** sont à l'étude.

5. Le fonctionnement d'une centrale nucléaire