

EVALUATION N°2 - ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

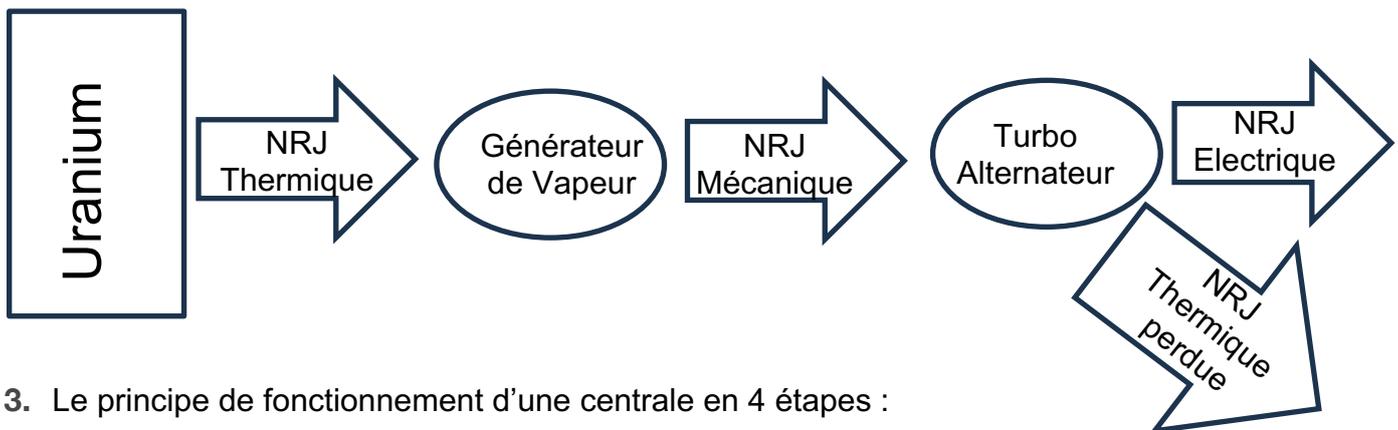
Nucléaire en France

1. La fission est l'éclatement d'un atome lourd d'Uranium par exemple en atomes plus légers lors de la collision entre un atome et un neutron par exemple. Cette réaction est accompagnée d'une émission de deux ou trois neutrons, de rayonnements ionisants et d'un fort dégagement de chaleur.

Les neutrons libérés peuvent à leur tour casser d'autres noyaux, dégager de l'énergie et libérer d'autres noyaux, et ainsi de suite..

C'est ce qu'on appelle une réaction en chaîne

2. Chaîne énergétique simplifiée d'une centrale nucléaire



3. Le principe de fonctionnement d'une centrale en 4 étapes :

Extraire la chaleur

On provoque la fission nucléaire de l'uranium situé dans le réacteur. La chaleur dégagée fait monter la température de l'eau qui circule autour de celui-ci. Pour l'empêcher de se transformer en vapeur, l'eau est maintenue sous pression dans un circuit fermé : le circuit primaire.

Créer de la vapeur

Ce circuit primaire communique avec un deuxième circuit fermé, le circuit secondaire, par l'intermédiaire d'un générateur de vapeur. L'eau chaude du circuit primaire chauffe l'eau du circuit secondaire qui se transforme en vapeur.

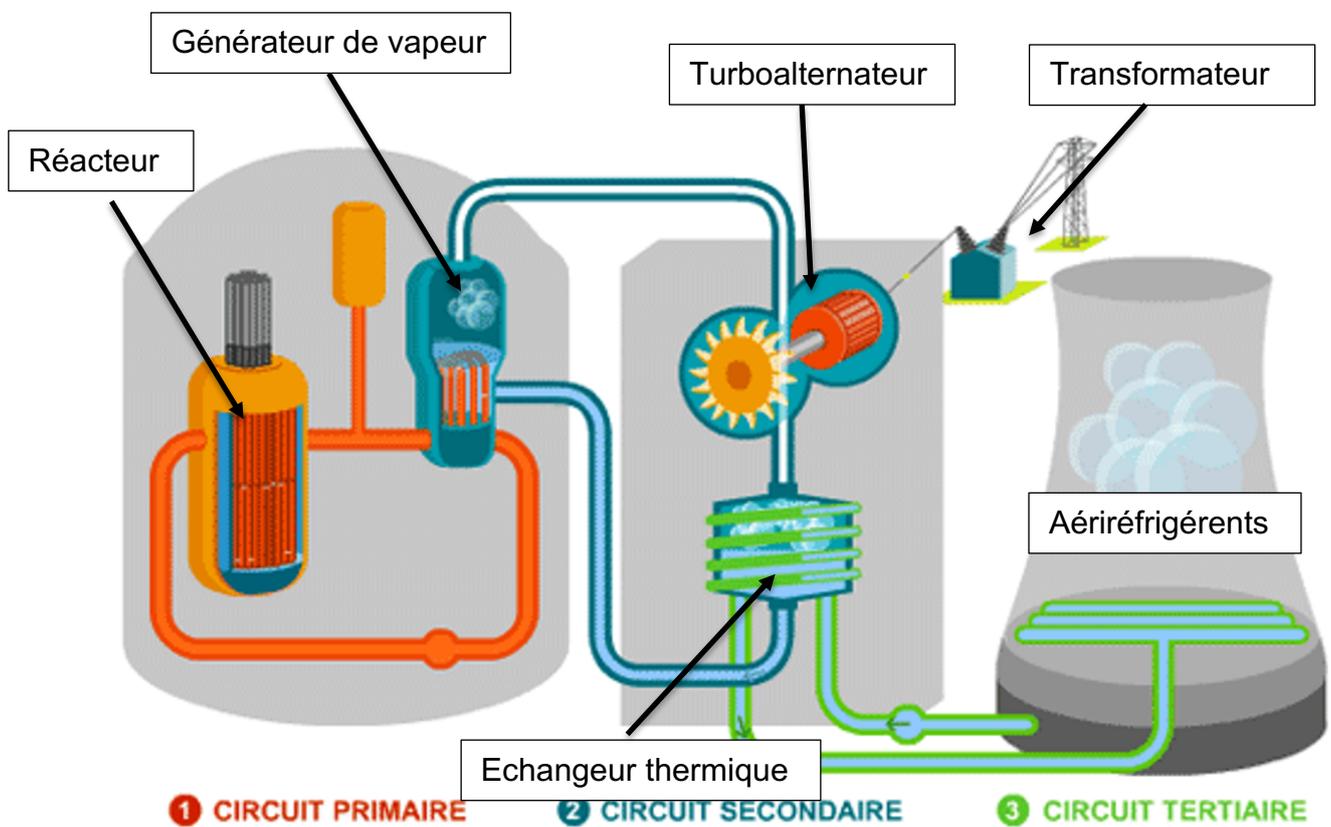
Produire l'électricité

La pression de cette vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif.

Un transformateur élève la tension de ce courant électrique pour qu'il puisse être transporté plus facilement dans les lignes très haute tension.

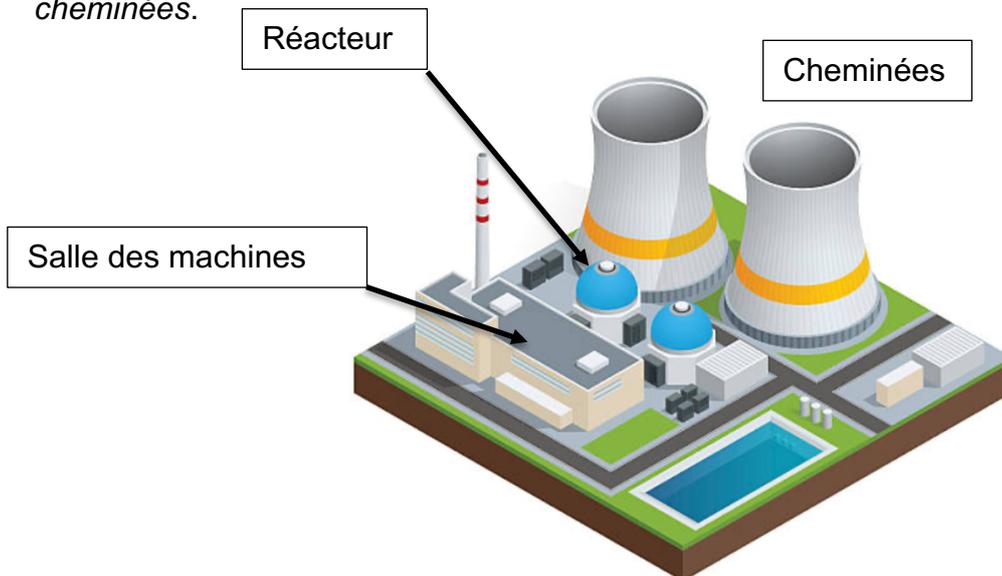
Refroidir la vapeur pour la réutiliser

À la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire est retransformée en eau grâce au circuit de refroidissement dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve. Désormais chaude, l'eau de ce troisième circuit est ensuite pulvérisée dans les aéroréfrigérants, ces grandes tours grâce auxquelles on identifie facilement les centrales nucléaires. Au contact de l'air, cette vapeur d'eau se condense sous forme de pluie, qui est alors collectée et peut être réutilisée.



4. Voir ci-dessus.

5. Sur la photo ci-dessous préciser où se trouvent *la salle des machines, les réacteurs, les cheminées.*



6. Il est évident que la quantité de matière nécessaire pour produire la même énergie est très différente selon le type de centrale :

- Il faut 25 tonnes d'Uranium pour une centrale nucléaire
- A comparer avec les 2 500 000 tonnes de charbon (soit $\frac{2\,500\,000}{25} = 100\,000$)
Ce qui signifie qu'il faut 100 000 (x) (+) de matière pour une centrale thermique au charbon que nucléaire ;
- A comparer avec les 10 milliards de tonnes d'eau (soit $\frac{10\,000\,000\,000}{25} = 400\,millions$)
Ce qui signifie qu'il faut 400 millions (x) (+) de matière pour une centrale hydraulique que nucléaire.

Type de centrale	Quantité de matière consommée/an pour 1 000 MW	Coût de production (€/MWh)	Part dans la production d'électricité en France
Nucléaire	25 tonnes d'Uranium	50	70%
Charbon	2 500 000 tonnes de charbon	25	< 4%
Hydraulique	10 milliards de tonnes d'eau	15 - 20	11 %

7. On rappelle

$$\text{rendement} = \frac{E_{\text{Utile}}}{E_{\text{Reçue}}} \text{ ce qui donne } E_{\text{Reçue}} = \frac{E_{\text{Utile}}}{\text{Rendement}} = \frac{1\,000 \text{ MWh}}{0,33} = 3\,030 \text{ MWh}$$

Pour produire 1 000 MWh d'électricité, sachant que le rendement d'une centrale thermique est d'environ 33%, alors l'énergie thermique nécessaire est de 3 030 MWh.

8. Une centrale de puissance $P = 900 \text{ MW}$ fonctionne un temps $\Delta t = 7\,500 \text{ h/an}$.

On rappelle la relation qui lie énergie et puissance $E = P \times \Delta t$

L'énergie électrique en MWh produite en une année est donc :

$$E = P \times \Delta t = 900 \times 7\,500 = 6\,750\,000 \text{ MWh}$$

Pour convertir en Joule, on me donne la relation de conversion : $1 \text{ MWh} = 3,6 \times 10^9 \text{ Joules}$

Ce qui donne

$$E = 6\,750\,000 \times 3,6 \times 10^9 = 2,4 \times 10^{16} \text{ J.}$$

9. Sur le site de Cruas, une éolienne de 3 MW fonctionne $2\,000 \text{ h/an}$.

On applique la relation qui lie énergie et puissance $E = P \times \Delta t$

L'énergie électrique en MWh produite en une année par une éolienne est donc :

$$E = P \times \Delta t = 3 \times 2\,000 = 6\,000 \text{ MWh}$$

Pour trouver le nombre d'éoliennes qui seraient nécessaires pour produire autant d'énergie qu'un réacteur nucléaire de 900 MW fonctionnant $7\,500 \text{ h/an}$, on fait le calcul :

$$\text{Nbre éoliennes} = \frac{6\,750\,000}{6\,000} = 1\,125 \approx 1\,000 = \text{mille éoliennes}$$

On voit toute la puissance d'une centrale thermique.

Pour remplacer la production électrique par l'atome, il faudrait mille éoliennes.

10. Avantages du nucléaire :

- Grosse capacité de production avec moindre matière nécessaire
- Production continue et indépendante des conditions extérieures et de la journée ;
- Pas d'impact réchauffement climatique

Inconvénients du nucléaire :

- Déchets radioactifs
- Risque d'accidents nucléaires ;
- Coût élevé de construction et d'entretien ;
- Problème de recyclage des installations devenues radioactives.

11. Pour une même production d'énergie électrique, le coût de production de l'électricité nucléaire en France est 2 (x) (+) important (50 €) que le charbon (25 €) et 2,5 (x) 5+) élevé qu'une production hydraulique (15/20 €).

Produite de l'énergie électrique par le nucléaire a donc un coût beaucoup plus important que

par d'autres modes de production.

Cela s'explique par la haute technologie que représente la maîtrise du nucléaire, le coût des infrastructures à construire, leur entretien, le coût de la main d'œuvre dû aux nombres d'employés dans une centrale nucléaire et leurs qualifications.

Faire le choix du nucléaire pour produire de l'électricité doit prendre en compte le coût de production.

12. **Gestion des déchets** et **sûreté** sont au cœur des préoccupations pour l'avenir du nucléaire, car elles conditionnent à la fois l'acceptabilité sociale, la sécurité environnementale et la pérennité de cette filière énergétique

Gestion des déchets : un défi à long terme

- Les déchets radioactifs issus de l'industrie nucléaire présentent des niveaux de dangerosité et des durées de vie très variables. Certains, notamment les déchets de haute activité, restent dangereux pendant des milliers d'années et nécessitent des solutions de stockage sûres et durables.
- La gestion de ces déchets implique des technologies avancées pour leur conditionnement, leur entreposage temporaire et leur stockage définitif, souvent en couches géologiques profondes, afin d'éviter toute contamination de l'environnement sur le très long terme.
- L'enjeu est d'autant plus crucial que la confiance du public et l'acceptabilité du nucléaire dépendent fortement de la capacité à gérer ces déchets sans risque pour les générations futures.

Sûreté nucléaire : prévenir les risques majeurs

- La sûreté nucléaire vise à prévenir tout incident ou accident pouvant entraîner des rejets radioactifs dans l'environnement ou exposer les travailleurs et la population à des rayonnements dangereux.
- Cela implique des dispositifs techniques et organisationnels rigoureux, une surveillance constante des installations, ainsi que des plans d'action pour réduire l'exposition des travailleurs et limiter les conséquences d'éventuels incidents.
- Les catastrophes passées (Tchernobyl, Fukushima) ont montré que la sûreté est un enjeu de confiance et de crédibilité pour la filière, et que la moindre faille peut avoir des conséquences humaines, environnementales et économiques majeures.

13. Le nucléaire occupe une place centrale dans le mix énergétique français, fournissant environ 70 % de l'électricité du pays, ce qui assure une indépendance énergétique notable et limite la dépendance aux importations.

Sur le plan climatique, il s'agit d'une énergie décarbonée, contribuant fortement à la réduction des émissions de CO₂ et à l'objectif national de neutralité carbone d'ici 2050.

Économiquement, le nucléaire permet de maintenir des prix de l'électricité relativement stables, mais des tensions existent, notamment en 2025, avec des impacts sur les tarifs pour les consommateurs.

Politiquement, la France défend le nucléaire comme pilier de sa stratégie énergétique et industrielle, tout en s'inscrivant dans une dynamique européenne de transition bas-carbone.

Toutefois, la filière fait face à des défis : vieillissement du parc, nécessité d'investissements massifs et gestion des déchets radioactifs. Sur le plan sanitaire, le nucléaire présente un

faible impact en termes d'émissions polluantes, mais soulève des inquiétudes liées au risque d'accidents et à la gestion à long terme des déchets.

Enfin, la France vise à réduire la part du nucléaire à 50 % d'ici 2035, en conciliant développement des énergies renouvelables et maintien d'une production électrique bas-carbone.