

## Activité documentaire

En France, 80 % de l'énergie électrique est produite à partir d'énergie nucléaire. Actuellement, la France compte 58 réacteurs nucléaires.

Dans une centrale nucléaire, la fission des noyaux d'uranium produit de la chaleur. Cette chaleur vaporise de l'eau. La pression de vapeur fait tourner une turbine couplée à un alternateur, produisant ainsi de l'énergie électrique.

La tour de refroidissement ne rejette que la vapeur d'eau du circuit de refroidissement.

Une fois utilisés, l'uranium et ses produits de fission, très radioactifs, deviennent des déchets nucléaires à très longue durée de vie. Ils doivent être conditionnés et entreposés dans des centres de stockage pendant de très nombreuses années.

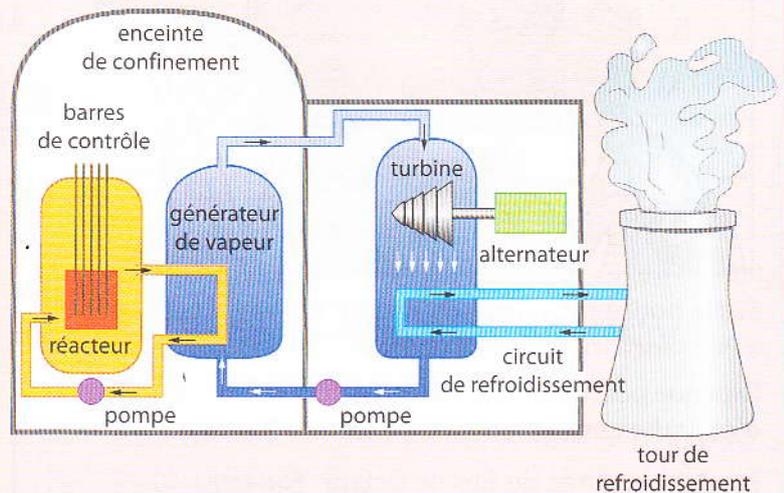


Fig. Centrale thermique nucléaire

## Extraits des informations

1. Quelle est la part d'énergie électrique produite par énergie nucléaire en France aujourd'hui ?

L'énergie nucléaire constitue 80 % de l'énergie électrique en France aujourd'hui.

2. Quel est le combustible d'une centrale nucléaire ?

Le combustible d'une centrale nucléaire est l'uranium.

3. Comment est produite la vapeur d'eau dans les centrales nucléaires ?

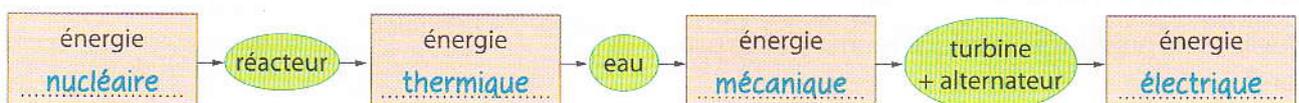
De l'eau est chauffée afin d'obtenir de la vapeur d'eau.

## Interprète

4. Quelle transformation d'énergie est réalisée dans une centrale nucléaire ?

Dans une centrale nucléaire, de l'énergie nucléaire est transformée en énergie électrique.

5. Complète la chaîne énergétique ci-dessous :



6. Indique les avantages et les inconvénients, en termes d'environnement, d'une centrale nucléaire.

La tour de refroidissement ne rejette que de la vapeur d'eau. Il n'y a donc pas d'émission de substances polluantes dans l'atmosphère. En revanche, les déchets radioactifs ont des durées de vie très longues et ne peuvent être stockés n'importe où. Ils sont conditionnés et placés dans des centres de stockage.

## Rédige ta conclusion

Dans une centrale nucléaire, le combustible chauffe de l'eau et la transforme en vapeur. Cette vapeur sous pression fait tourner une turbine. Ce mouvement de la turbine couplé à un alternateur permet de produire de l'énergie électrique. L'énergie nucléaire est ainsi utilisée pour produire de l'énergie électrique.

### L'essentiel à compléter

Essentiel corrigé à télécharger sur [www.bordas-regaud-vento.fr](http://www.bordas-regaud-vento.fr)

- > L'énergie nucléaire est la principale source d'énergie utilisée pour la production d'énergie électrique en France.
- > Les centrales nucléaires utilisent essentiellement de l'uranium. De l'eau est chauffée et transformée en vapeur. La vapeur d'eau sous pression fait tourner une turbine couplée à un alternateur pour produire de l'énergie électrique.
- > Une centrale nucléaire ne rejette pas de gaz toxiques dans l'atmosphère mais produit des déchets radioactifs devant être conditionnés et placés dans des centres de stockage pendant des durées relativement longues.

### As-tu compris l'essentiel ?

#### 1 Vrai ou faux ?

Coche la réponse correcte et corrige les phrases fausses.

a. Le combustible nucléaire chauffe du dioxyde de carbone.

Vrai  Faux

Le combustible nucléaire chauffe de l'eau.

b. La turbine, couplée à un alternateur, convertit de l'énergie thermique en énergie chimique.

Vrai  Faux

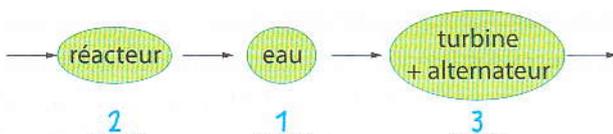
La turbine, couplée à un alternateur, convertit de l'énergie thermique en énergie électrique.

#### 2 Remets dans l'ordre

Voici trois conversions énergétiques, dans le désordre, intervenant dans une centrale nucléaire :

- 1 : énergie thermique en énergie mécanique
- 2 : énergie nucléaire en énergie thermique
- 3 : énergie mécanique en énergie électrique

Place les numéros correspondant à l'endroit où se déroule chaque conversion d'énergie :



#### 3 Entoure la réponse correcte

Entoure la réponse correcte.

a. Une centrale nucléaire produit de l'énergie électrique/chimique.

b. Le mouvement de la turbine crée de l'énergie mécanique/chimique.

c. Dans une centrale nucléaire, il se produit des réactions de fusion/fission.

#### 4 Qui suis-je ?

À l'aide des indices ci-dessous, découvre qui je suis.

a. J'ai été découverte au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle. Je suis obtenue à partir de nombreuses sources d'énergie (hydraulique, thermique, nucléaire, etc.). Je suis omniprésente.

Je suis l'énergie électrique.

b. Je suis un site industriel destiné à la production d'électricité. J'utilise la fission nucléaire pour produire de la chaleur dont une partie est transformée en électricité.

Je suis une centrale nucléaire.

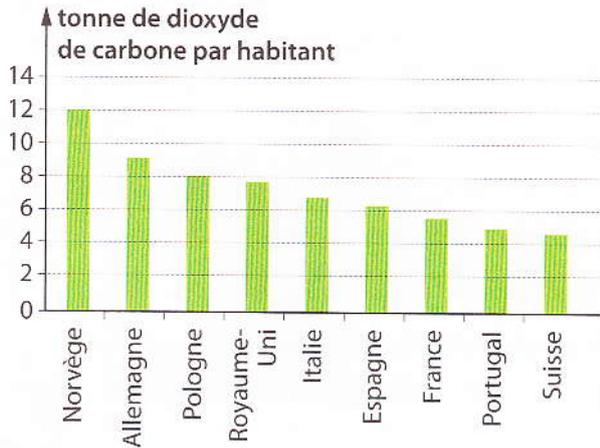
c. Je suis une énergie provenant du noyau des atomes. Je peux être utilisée pour produire de l'énergie électrique.

Je suis l'énergie nucléaire.

## 5 Bon élève

D4 Proposer une hypothèse  I  F  S  TB

Sur le graphe ci-dessous sont représentées les émissions, dues au secteur énergétique, de dioxyde de carbone par habitant pour quelques pays européens en 2011.



Pour quelle raison la France est-elle plutôt un faible producteur de CO<sub>2</sub> ?

La France est plutôt un faible producteur de CO<sub>2</sub>, car son secteur énergétique est essentiellement nucléaire. Les centrales nucléaires n'émettent pas de dioxyde de carbone, à l'inverse des centrales à combustion du charbon, du gaz ou du pétrole.

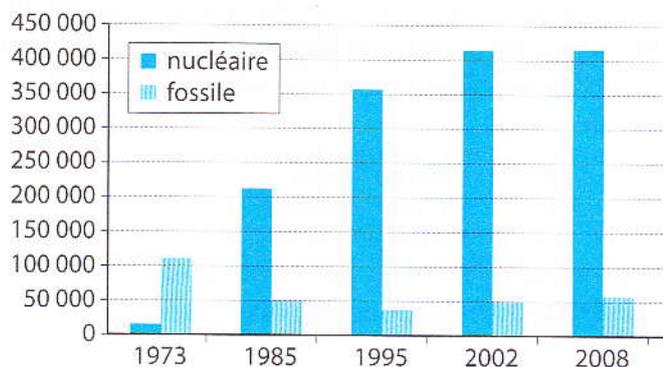
## 6 Évolution de la production d'énergie en France

D4 Interpréter des résultats expérimentaux  I  F  S  TB

Le tableau suivant indique la production des centrales thermiques en France. L'unité d'énergie est le GWh.

Année	1973	1985	1995	2002	2008
Nucléaire	13 969	213 087	358 779	416 500	418 298
Fossile	112 968	52 059	36 802	52 703	56 941

a. Représente les deux productions en fonction de la date dans un histogramme.



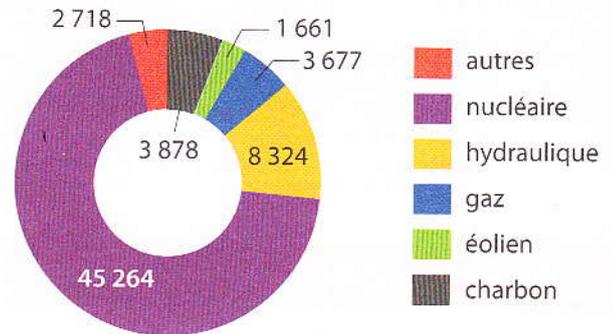
b. Quelle est l'évolution de chacune des productions énergétiques ?

La production d'énergie d'origine fossile a diminué depuis 1973. En revanche, celle d'origine nucléaire a fortement augmenté en 35 ans.

## 7 Le lave-vaisselle

D2 Utiliser des outils de traitement de données  I  F  S  TB

Marion vient d'utiliser son lave-vaisselle pendant une heure. La consommation du lave-vaisselle est de 2 500 Wh. Au même moment, la production d'électricité (en MW) en France, par filière, est donnée sur le graphe suivant.



a. Ce jour-là, quel pourcentage représentait la production nucléaire sur l'ensemble de la production ?

Production totale ce jour-là :

$$2\,718 + 3\,878 + 1\,661 + 3\,677 + 8\,324 + 45\,264 = 6,552 \times 10^4 \text{ MW}$$

Pourcentage correspondant à la production nucléaire :

$$\frac{45\,264}{6,552 \times 10^4} \times 100 = 69,08 \%$$

b. Marion est inquiète. Un des quatre réacteurs de 1 300 MW chacun de la centrale de Cattenom, en Moselle, est arrêté. Les 1,04 million d'habitants de Moselle pourront-ils utiliser la même puissance que son lave-vaisselle en même temps ?

L'énergie consommée par les habitants de Moselle :

$$2\,500 \times 1,04 \times 10^6 = 2,60 \times 10^9 \text{ W} = 2,60 \times 10^3 \text{ MW}$$

Comme chaque réacteur apporte 1 300 MW

deux suffiront. Ils pourront donc utiliser la même puissance au même moment.

## 8 Du vent ...

D4 Argumenter  I  F  S  TB

La centrale nucléaire de Saint-Alban, où habite Djamel, construite en 1986, produit en moyenne une puissance électrique de 1 800 MW. Djamel se demande si

elle ne pourrait pas être remplacée par des éoliennes. Les éoliennes sont distantes de 150 m et produisent chacune une puissance de 1 800 kW.

a. Combien faudrait-il d'éoliennes pour remplacer la centrale de Saint-Alban ?

$$\frac{\text{énergie de la centrale}}{\text{énergie d'une éolienne}} = \frac{1\,800 \times 10^6}{1\,800 \times 10^3} = 1\,000$$

Il faudrait 1 000 éoliennes pour la remplacer.

b. Le plus grand parc éolien français contient 70 éoliennes et le plus grand parc mondial (aux États-Unis) en comporte 400. Cite trois avantages et trois inconvénients du projet de Djamel.

Avantages : aucun risque de pollution en cas

d'accident ; pas de déchets radioactifs à retraiter ;

pas de problème d'approvisionnement en combustible

car c'est une énergie renouvelable.

Inconvénients : occupation au sol trop importante

pour ces 1 000 éoliennes ; pollutions visuelle et sonore

pour les habitants proches ; pas d'électricité les jours

sans vent.

## 9 Un surgénérateur

D4 Tirer des conclusions  I  F  S  TB

Un surgénérateur est un réacteur nucléaire pouvant produire plus de matière fissile qu'il n'en consomme ! Du plutonium 239 est produit dans ce type de centrale nucléaire. L'énergie libérée par la fission du plutonium 239 chaque jour est égale à  $2,5 \times 10^{14}$  J. Seulement 33 % de cette énergie est utilisée.

a. Quelle est la puissance électrique fournie par cette centrale ?

Énergie électrique produite quotidiennement :

$$E = 2,5 \times 10^{14} \times \frac{33}{100} = 8,3 \times 10^{13} \text{ J}$$

Puissance électrique fournie :

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{8,3 \times 10^{13}}{24 \times 3\,600} = 9,6 \times 10^8 \text{ W}$$

b. La fission nucléaire de 100 noyaux de plutonium 239 produit environ 300 neutrons. Sur ces 300 neutrons, 100 participent à des réactions de fission avec d'autres noyaux de plutonium 239 et 150 sont absorbés par des noyaux d'uranium 238 pour donner de nouveaux noyaux de plutonium 239. Les 50 restants sont perdus. Explique pourquoi on appelle cette centrale un surgénérateur.

La fission de 100 noyaux de plutonium 239 va produire 150 nouveaux noyaux. Cette centrale produit plus de plutonium 239 qu'elle n'en consomme ; c'est un surgénérateur.

## 10 Charbon, fission ou fusion ?

D4 Mettre en œuvre des démarches propres aux sciences  I  F  S  TB

Léa fait son stage en entreprise au CEA de Cadarache. Elle se demande si une centrale thermique utilisant la combustion du charbon consommerait une masse inférieure de combustible. L'énergie libérée par la fission de 1,0 g d'uranium 235 est de  $7,56 \times 10^{10}$  J.

Elle dispose du tableau suivant donnant l'énergie produite par différentes sources :

Combustion de 1,0 kg de pétrole	$42 \times 10^6$ J
Combustion de 1,0 kg de charbon	$21 \times 10^6$ J

1,0 g de tritium, soumis à une réaction de fusion, libère la même énergie que 13,5 tonnes de pétrole.

a. Réponds à l'interrogation de Léa en argumentant.

Masse de charbon libérant par combustion la même quantité d'énergie que la fission d'1 g d'uranium :

$$\frac{7,56 \times 10^{10}}{21 \times 10^6} = 3,6 \times 10^3 \text{ kg}$$

La centrale nucléaire consomme moins de combustible car 1 g d'uranium libère la même énergie que 3,6 tonnes de charbon.

b. Léa aimerait savoir pourquoi les scientifiques font toutes ces recherches sur la fusion nucléaire (projet ITER).

La réaction de fusion libère-t-elle plus d'énergie que celle de fission ?

Énergie produite par 1,0 g de tritium :

$$E = \frac{42 \times 10^6 \times 13,5 \times 10^3}{1,0} = 5,7 \times 10^{11} \text{ J}$$

En comparant les deux énergies :

$$\frac{\text{énergie}_{\text{fusion}}}{\text{énergie}_{\text{fission}}} = \frac{5,7 \times 10^{11}}{7,56 \times 10^{10}} = 7,5$$

La fusion nucléaire libère 7,5 fois plus d'énergie que la fission nucléaire, d'où l'intérêt des recherches.