

Ch.2 - UTILISATION DES RESSOURCES ENERGETIQUES DISPONIBLES

A. LES COMBUSTIBLES FOSSILES :

Alors qu'en 1850, 85 % de l'approvisionnement mondial en énergie primaire provenait la biomasse, en 2006, 85 % de cet approvisionnement provient des énergies fossiles : pétrole, charbon, gaz naturel. Cette source d'énergie est-elle amenée à s'épuiser ?

I. La fin programmée de sources d'énergie fossile ?

1) Réserves – Consommation – Production du pétrole.

À partir de 1950, le pétrole est devenu la première source d'énergie dans le monde. Sa forte densité énergétique en fait la matière première des carburants qui alimentent les transports (voitures, camions, avions, etc.).

C'est également une matière première utilisée par l'industrie de la pétrochimie pour un nombre considérable de produits de la vie quotidienne: matières plastiques, peintures, colorants, cosmétiques.

Question 1 : Commenter ce document et expliquer les inconvénients liés à la non proximité du pétrole.

L'objectif est d'expliquer les contraintes liées à l'utilisation des combustibles fossiles, en particulier celles qui concernent l'épuisement des réserves. (Le fonctionnement d'une centrale thermique à flamme, siège d'un ensemble de conversions énergétiques, est détaillé).

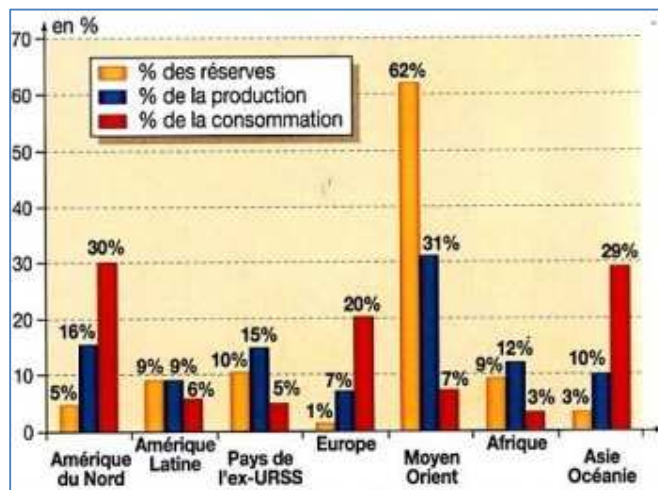
Ce **document 1** indique la répartition des réserves de pétrole et permet de réfléchir sur la non proximité entre les lieux de réserve et de consommation.

1. D'après l'histogramme, la plus grande proportion des réserves de pétrole (62 %) se situe au Moyen Orient. L'Amérique du Nord, région où la consommation est la plus importante, ne possède que 5 % des réserves.

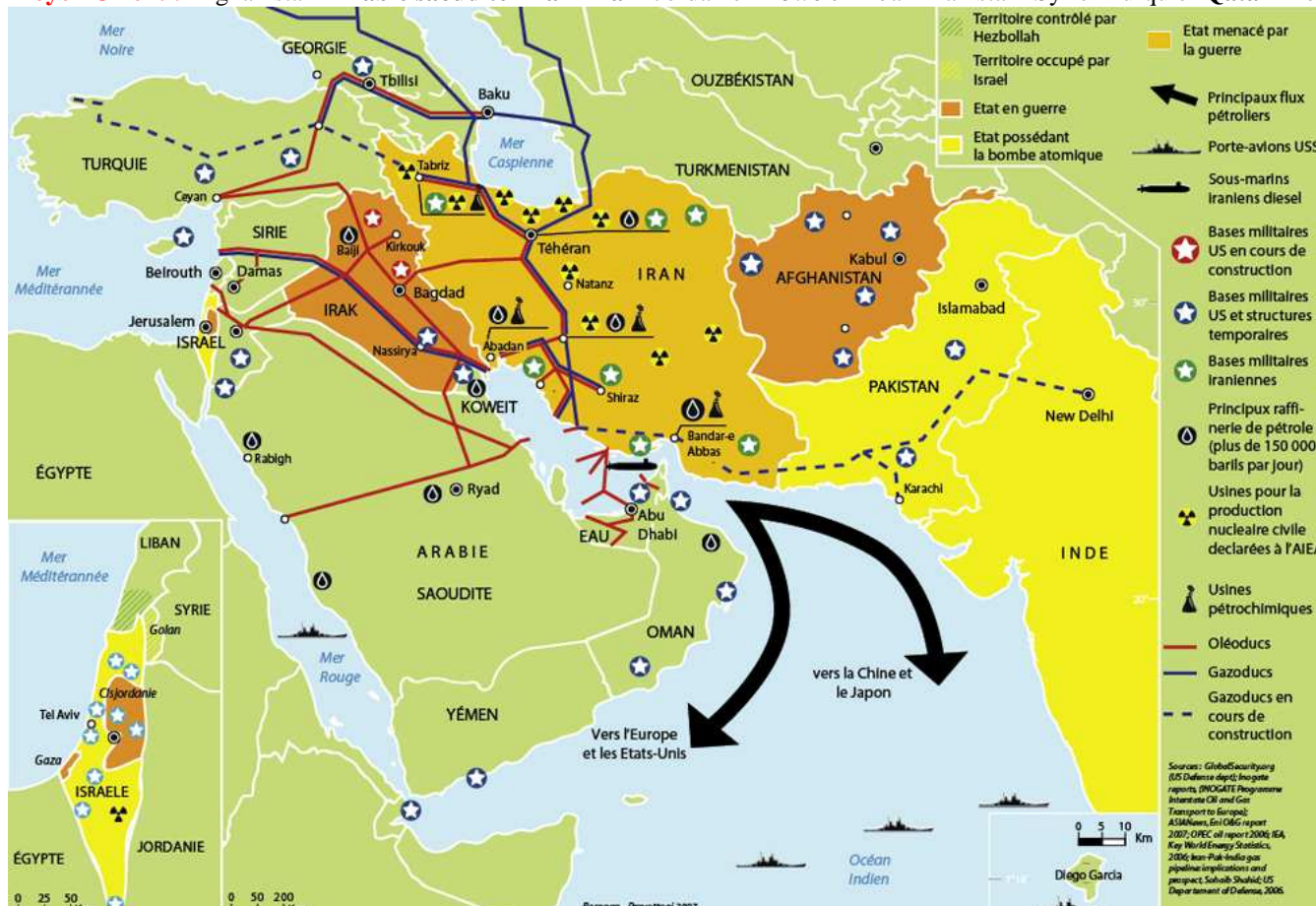
Cette non proximité entre régions de forte consommation et emplacement des réserves va engendrer de nombreux problèmes

à la fois environnementaux (transports, pollution...) et économiques.

Doc.1. Réserves, production et consommation de pétrole selon les régions du globe. Où sont les réserves de pétrole ?



Moyen Orient : Afghanistan- Arabie saoudite- Irak- Iran- Jordanie- Koweït- Liban- Pakistan- Syrie- Turquie- Qatar- Yémen-



2) Durées estimées des réserves en années (au rythme actuel de la consommation)

• L'importance des réserves peut se mesurer par le nombre d'années de consommation possible : il suffit de faire le rapport entre les réserves prouvées et la consommation annuelle constatée.

Cette prévision est cependant incertaine :

- la recherche pétrolière tend à découvrir et exploiter de nouvelles réserves ;
- à l'inverse, la consommation mondiale augmente année après année.

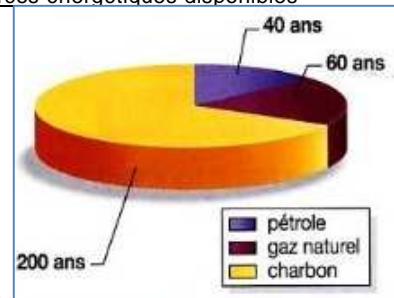
- Des ressources de pétrole dit « non conventionnel »

De nouveaux gisements, jusque-là relativement négligés car moins rentables, sont désormais exploités: sables bitumineux (comme au Canada), pétroles bruts extra lourds (Venezuela), pétroles accessibles par forages sous-marins profonds... De telles exploitations posent des problèmes environnementaux parfois graves.

Doc. 2 ci-contre : Face aux réserves qui s'épuisent, la recherche de nouveaux gisements.

Question 2 : Quelles seront les conséquences si les ressources d'énergie fossiles s'épuisent ?

Il faudra trouver des sources d'énergie alternatives. En particulier pour les moyens de transport, mais aussi pour l'accès à l'électricité, majoritairement produit dans le monde à partir des centrales à charbon.



II. FONCTIONNEMENT D'UNE CENTRALE THERMIQUE A FLAMME :

1) La réaction de combustion d'un hydrocarbure :

Même s'il n'intervient qu'à hauteur de 5 % dans la production d'électricité en France, le charbon est le combustible fossile le plus utilisé dans les centrales thermiques à flamme dans le monde.

Il est le résultat d'une lente transformation de matière organique végétale en milieu non oxygéné.

Le charbon utilisé dans les centrales contient environ 70 % de carbone. Ce combustible fossile brûle dans le dioxygène de l'air selon la réaction de combustion : **Exemple du charbon.**

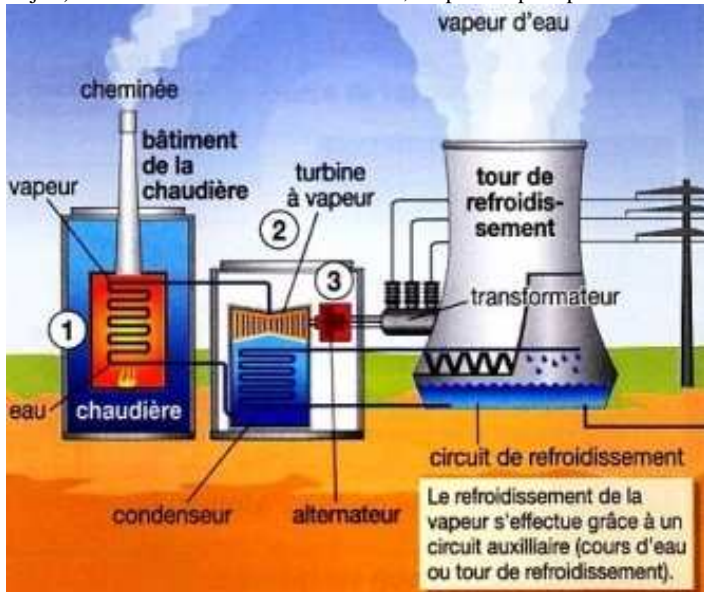


Question 3 : Recherchez la principale source d'énergie utilisée en France pour produire de l'électricité. Citez un pays de l'Union européenne qui n'a pas fait ce choix.

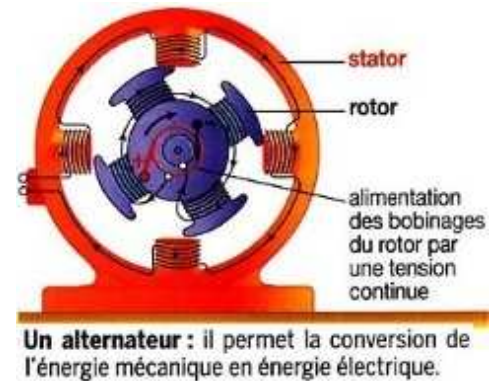
En France, l'électricité est produite à 80 % à partir de centrales nucléaires. L'Allemagne a décidé sa sortie du nucléaire d'ici une dizaine d'années.

2) Différentes formes d'énergie dans une centrale thermique à flamme :

Centrale thermique au charbon à Montceau-les-Mines (sud du Morvan près du Creusot (au sud de Dijon)). Est en fonctionnement restreint, ne pourra plus produire au-delà de 2015.



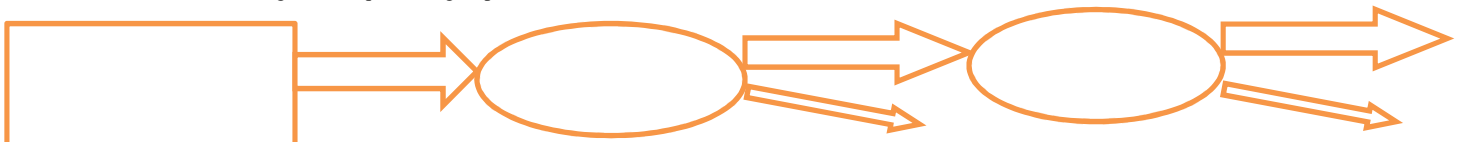
- N°1 : Combustion (pétrole, du gaz ou du charbon)
- N°2 : Vapeur d'eau
- N°3 : Turbine - Alternateur
- N°4 : Système de refroidissement, condensation de la vapeur.



Question 4 :

- Décrire en quelques mots le fonctionnement de cette centrale.
- Identifier les différentes formes d'énergie intervenant dans une centrale thermique à flamme.
- Construire le diagramme des conversions d'énergie d'une centrale éolienne en t'aidant de celui des centrales hydrauliques.
- 1. et 2. La combustion d'un combustible fossile dans la chaudière libère une grande quantité d'énergie utilisée pour vaporiser de l'eau. Cette vapeur sous pression entraîne une turbine qui se met en rotation.
- 3. La turbine : à ce niveau, une partie de l'énergie de la vapeur est convertie en énergie mécanique de rotation. Un alternateur: il permet la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique.
- 4. Circuit de refroidissement, condensation de la vapeur.
- Énergie chimique lors de la réaction de combustion
- Énergie thermique dans la chaudière.
- Énergie mécanique qui permet la mise en rotation de la turbine.
- Énergie électrique à la sortie de l'alternateur.

Compléter le diagramme énergétique avec les mots suivants : gaz, pétrole, charbon / énergie chimie / chaudière / énergie thermique / énergie mécanique / turbine + alternateur / énergie électrique / énergies perdues



B. L'UTILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES :

L'augmentation du prix des énergies fossiles d'une part, le problème du réchauffement climatique d'autre part, incitent à privilégier l'utilisation des énergies renouvelables. Celles-ci pourront-elles se substituer aux sources d'énergie fossile ?

1) La place des énergies renouvelables :

Les énergies renouvelables **proviennent de ressources que la nature renouvelle sans cesse**. Elles sont inépuisables à notre échelle par opposition aux énergies non renouvelables dont les stocks s'épuisent. Les énergies renouvelables sont **non polluantes**.

Elles proviennent de **2 grandes sources naturelles** : **le Soleil** (à l'origine du cycle de l'eau, des marées, du vent et de la croissance des végétaux) **et la Terre** (qui dégage de la chaleur).

Une source d'énergie est renouvelable lorsque les vitesses de consommation et de reconstitution de la réserve sont comparables ; elle ne s'épuise donc pas.

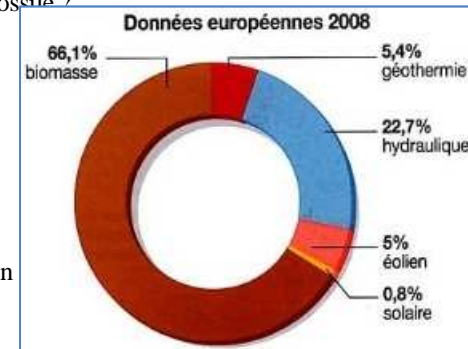
Les énergies renouvelables sont divisées en **6 catégories** :

- L'énergie hydraulique,
- L'énergie éolienne,
- L'énergie solaire,
- L'énergie de la géothermie,
- L'énergie de la biomasse,
- Les énergies marines

En 2008, les efforts des pays de l'Union européenne ont permis d'augmenter la consommation d'énergie primaire renouvelable de 9,2 Mtep par rapport à 2007, soit un total de 147,7 Mtep.

Surnommées "énergies propres" ou "énergies vertes", **leur exploitation engendre très peu de déchets et d'émissions polluantes** mais leur pouvoir énergétique est beaucoup plus faible que celui des énergies non renouvelables.

Le document 1 fournit des données chiffrées sur la part des énergies renouvelables utilisées dans l'Union européenne.

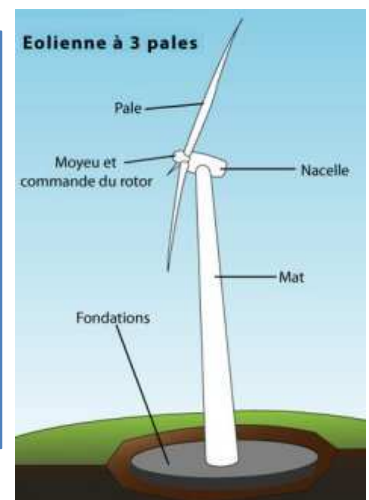


Consommation d'énergie primaire d'origine renouvelable dans l'Union européenne.

Document : Énergie renouvelable ne signifie pas forcément énergie propre.

• Par exemple, l'énergie issue de la combustion de la biomasse est propre à condition que la consommation ne soit pas excessive et permette à la flore de réabsorber tout le CO₂ dégagé.

• La production de certains biocarburants, comme l'éthanol de maïs, nécessite l'utilisation de très grandes quantités d'eau qui est une ressource rare ; en outre, elle vient en concurrence de l'alimentation humaine.(fig).

**Des contraintes liées à l'utilisation des énergies renouvelables.**

L'énergie solaire et l'énergie éolienne présentent l'inconvénient d'être intermittentes, ce qui suppose d'adopter un système de stockage assez coûteux. De plus, l'implantation des éoliennes nécessite de grandes quantités de béton.

Le document 2 permet de prendre conscience de quelques inconvénients liés à l'utilisation des énergies renouvelables.

2) Les utilisations directes de l'énergie solaire :

La puissance dégagée par le Soleil ($3,9 \cdot 10^{26}$ W) est produite par fusion nucléaire. Sa température interne, supérieure à 10 millions de degrés Celsius, permet aux réactions nucléaires de fusion de transformer à chaque seconde environ

6 millions de tonnes de sa masse en énergie rayonnée dans l'espace.

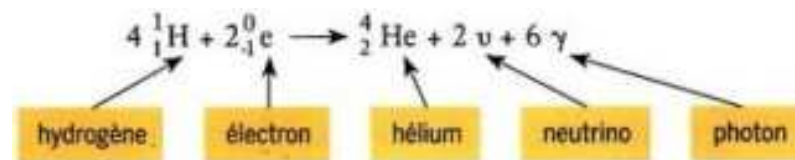
La puissance maximale reçue au niveau du sol est d'environ 1 kW/m^2 . Mais cette irradiation est fluctuante: un stockage de l'énergie captée est donc nécessaire. La réaction de fusion dans le soleil est un processus en plusieurs étapes lequel l'hydrogène est transformé en hélium selon la réaction nucléaire ci-dessus.

Le document 3 montre d'une part que l'énergie dégagée par les réactions nucléaires au sein du Soleil est considérable et explique d'autre part la représentation symbolique pour le noyau d'un élément chimique. Il permet d'introduire les notions de numéro atomique et de nombre de masse.

Si X est le symbole chimique de l'élément auquel appartient le nucléide, celui-ci sera représenté par : ${}^A_Z X$

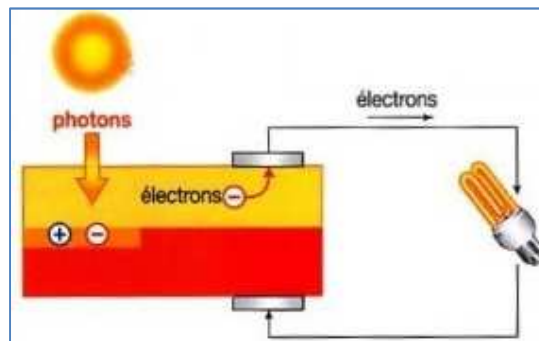
A : nombre de nucléons = nombre de protons + neutrons.
(nombre de masse)

Z : nombre de protons (nombre de charge ou numéro atomique)



Document : Le Soleil :

source de rayonnement.



- La production directe d'électricité à partir du rayonnement solaire est réalisée par les cellules photovoltaïques. Celles-ci utilisent le silicium comme constituant de base.

Les photons, « grains » élémentaires de la lumière, sont transmis aux électrons qui se libèrent de leur position normale autour des noyaux des atomes de silicium. Ce déplacement d'électrons forme un courant électrique.

Ces cellules ont un rendement de 12 à 16 % ; ainsi, un mètre carré recevant 1 000 W peut délivrer de 120 à 160 W.

- Le rayonnement solaire est absorbé par une surface noire, parcourue par un fluide caloporteur qui extrait l'énergie thermique et la transfère vers son lieu d'utilisation ou de stockage. Par exemple, pour un chauffe-eau solaire, la chaleur collectée par le capteur solaire est transmise ensuite à l'aide d'un échangeur de chaleur vers un ballon rempli d'eau. Très souvent, les capteurs utilisent l'effet de serre pour augmenter la quantité d'énergie transmise.

Le document 4 explique le principe de production directe d'électricité à l'aide d'un panneau photovoltaïque.

Le document 5 montre comment l'énergie solaire peut être valorisée pour la production d'eau chaude sanitaire.

QUESTIONS SUR L'UTILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES :

Q1. Expliquez ce que l'on entend par « biomasse ».

Q2. Citez au moins deux inconvénients dans l'utilisation de l'énergie éolienne.

Q3. Quelle peut être la conséquence d'une trop grande utilisation des matières premières agroalimentaires pour fabriquer des biocarburants ?

Q4. De quels facteurs dépend la puissance solaire reçue au niveau du sol ?

Q5. Quel appareil peut-on espérer faire fonctionner avec un panneau de un mètre carré recevant 1 kW ?

Q6. Citez d'autres exemples d'utilisations du solaire thermique.

Réponses : QUESTIONS SUR L'UTILISATION DES ENERGIES RENOUVELABLES :

Q1. Expliquez ce que l'on entend par « biomasse ».

La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale. Les principales formes de l'énergie de biomasse sont les biocarburants (pour le transport), la combustion de bois et de déchets dans des centrales produisant de l'électricité, de la chaleur ou les deux (cogénération).

Q2. Citez au moins deux inconvénients dans l'utilisation de l'énergie éolienne.

Comme inconvénients de l'utilisation des éoliennes, on peut citer :

– la détérioration des paysages ;

– le bruit ;

– la nécessité de grandes quantités de béton pour leur implantation.

Q3. Quelle peut être la conséquence d'une trop grande utilisation des matières premières agroalimentaires pour fabriquer des biocarburants ?

Si trop de surfaces cultivables étaient utilisées pour produire des biocarburants, la part de celles-ci dédiée à la production agroalimentaire diminuerait. Ceci aurait pour effet une augmentation inévitable des prix des matières premières et risquerait à terme d'avoir des conséquences sur l'alimentation satisfaisante des populations.

Q4. De quels facteurs dépend la puissance solaire reçue au niveau du sol ?

La puissance solaire reçue au niveau du sol dépend bien sûr de la météorologie, mais aussi de l'inclinaison des rayons solaires par rapport au sol.

Q5. Quel appareil peut-on espérer faire fonctionner avec un panneau de un mètre carré recevant 1 kW ?

Un panneau solaire de 1m² recevant 1 kW délivre environ 150 W de puissance électrique. Il peut par exemple faire fonctionner un ordinateur (à condition de transformer le courant continu qu'il produit en courant alternatif).

Q6. Citez d'autres exemples d'utilisations du solaire thermique.

Le solaire thermique peut être utilisé :

– comme chauffage d'appoint dans les installations de chauffage domestique ;

– comme source chaude dans des moteurs thermiques (par exemple, des installations à moteur de Stirling utilisent l'énergie solaire comme source chaude).

C. L'ENERGIE NUCLEAIRE :**I. Définitions et convention d'écriture :**

L'atome est constitué d'électrons qui forment le "nuage électronique" entourant le noyau. Il est électriquement neutre.

• **Le noyau** est constitué de nucléons (protons et neutrons).

Le noyau d'un élément chimique X est noté : (on dit aussi nucléide).

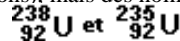
Z est le **nombre de charge** (ou numéro atomique). C'est aussi le **nombre de protons** que contient le noyau.

A est le **nombre de masse**, c'est aussi le nombre de nucléons du noyau (protons et neutrons).

Remarque : L'atome étant électriquement neutre, Z désigne donc aussi le nombre d'électrons dans l'atome.

• **Deux isotopes** ont même numéro atomique Z (même nombre de protons), mais des nombre de masse différents (A différents).

Par exemple, il existe deux isotopes pour l'uranium :



Autre exemple : isotopes du carbone : ${}_{6}^{12}\text{C}$; ${}_{6}^{13}\text{C}$; ${}_{6}^{14}\text{C}$

II. L'énergie nucléaire en France :

80 % de l'électricité (plus des ¾ de l'électricité) utilisée en France est produite à partir de l'énergie nucléaire.

Actuellement, la France compte 19 centres nucléaires de production d'électricité (carte ci-contre).

Dans les centrales, les **noyaux d'uranium, combustible fissile**, remplacent le combustible fossile.

En se cassant (réaction de fission), ces gros noyaux libèrent de l'énergie nucléaire qui est utilisée pour produire de la vapeur d'eau.

La vapeur d'eau, comme dans une centrale thermique à flamme, **peut actionner une turbine qui entraîne à son tour l'alternateur.**

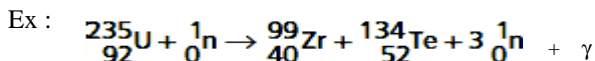
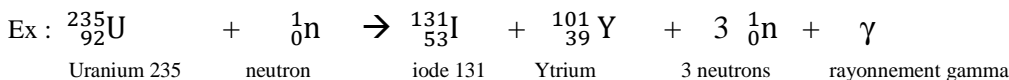
**III. Origine de l'énergie nucléaire : La réaction en chaîne****Définition :**

On appelle **réaction de fission nucléaire l'éclatement**, sous l'impact d'un neutron suffisamment lent, d'un noyau lourd en deux noyaux plus légers avec production de plusieurs neutrons et d'énergie.

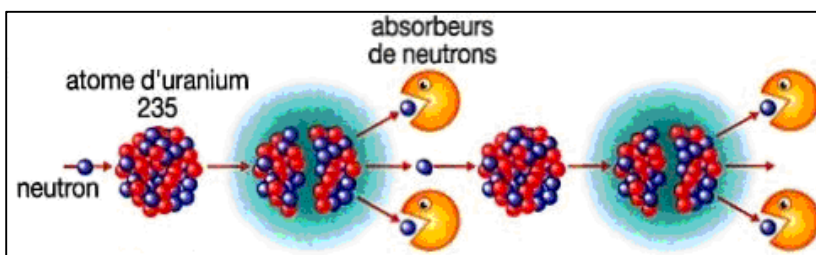
Des 2 isotopes de l'uranium, seul l'uranium 235 : ${}_{92}^{235}\text{U}$ est fissile : il peut se briser en 2 noyaux après collision avec un neutron.

Dans le réacteur nucléaire se produit une réaction en chaîne (voir schéma ci-dessous). : **les neutrons libérés lors de la fission provoquent à leur tour de nouvelles fissions avec libération de nouveaux neutrons et ainsi de suite ...**

Il existe un très grand nombre de fissions possibles pour l'uranium 235, selon la nature des deux noyaux obtenus.



Les produits de la fission sont en général radioactifs, c'est-à-dire qu'ils se transforment naturellement en d'autres noyaux en émettant des rayonnements.



Schématisme de la réaction en chaîne.

IV. Fonctionnement de la centrale nucléaire :

Il existe un autre type de centrales thermiques : les centrales nucléaires. Elles produisent près de 85% de l'énergie électrique en France. La chaudière des centrales thermiques à flamme est remplacée par un réacteur nucléaire et l'énergie thermique provient de la fission de noyaux d'uranium.

Source d'énergie utilisée :

Il s'agit d'une source d'énergie **renouvelable / non renouvelable**.

En France, la puissance installée du parc nucléaire est de 63 200 MW avec 58 réacteurs (EDF) répartis sur 19 sites.

• Le principe de fonctionnement est le même que celui qui est utilisé dans les centrales thermiques classiques fonctionnant avec du combustible fossile ; seule la nature du combustible change (ainsi que la façon dont il est consommé).

Décrire en quelques mots le fonctionnement de la centrale nucléaire.

Circuit primaire :

Dans le réacteur, la **fission des atomes d'uranium produit une grande quantité de chaleur.**

- Dans le réacteur, le **contrôle permanent de la réaction en chaîne est assuré grâce à des barres de bore** dites « barres de contrôle » situées entre les barres de combustible. Elles absorbent d'autant plus de neutrons qu'elles sont enfoncées dans le cœur du réacteur: elles permettent ainsi de piloter le réacteur.
- Cette chaleur obtenue fait augmenter la température de l'eau qui circule autour du réacteur, à 320 °C. Cette eau est maintenue sous pression pour l'empêcher de bouillir.
- L'énergie libérée par la fission de l'uranium est absorbée par un fluide caloporteur qui circule autour des barreaux d'uranium.

Circuit secondaire :

La chaleur extraite du cœur est ensuite transférée au niveau d'un échangeur thermique = générateur de vapeur : comme dans une centrale thermique, **la vapeur produite entraîne la turbine couplée à un alternateur**

Le circuit secondaire est identique au circuit d'une centrale thermique : un point chaud (eau chaude du circuit primaire) qui produit la vapeur. Le point froid (condenseur du circuit tertiaire transforme la vapeur du circuit secondaire en eau) qui provoquent un « courant hydraulique » faisant tourner une turbine qui entraîne à son tour un **alternateur**.

Circuit tertiaire : Le circuit tertiaire permet de réaliser le point froid. Il s'agit du circuit de refroidissement.

Grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve, la vapeur du circuit secondaire est à nouveau **transformée en eau**.

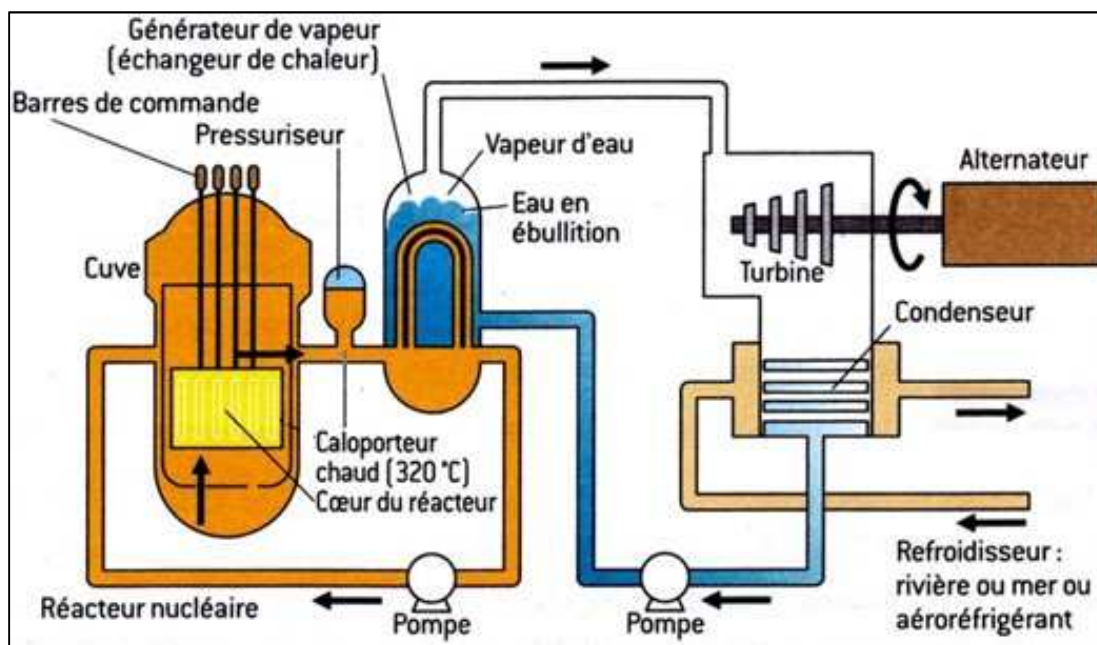
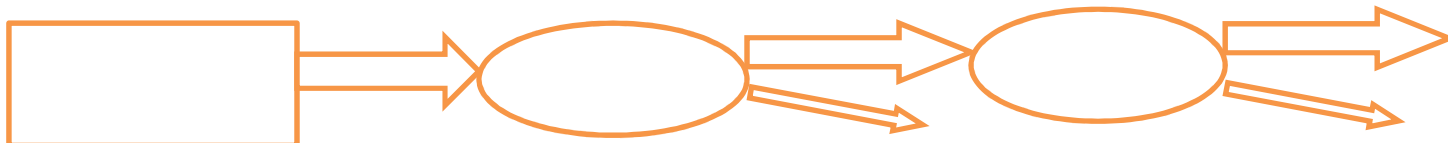


Schéma de principe d'un réacteur à eau sous pression

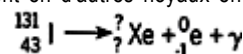
Compléter le diagramme énergétique avec les mots suivants : uranium / chaudière / énergie thermique / énergie mécanique / turbine + alternateur / énergie électrique / énergies perdues



Conclusion :

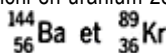
L'énergie nucléaire est la principale source d'énergie utilisée pour la production d'électricité en France. Les noyaux d'uranium 235 subissent une fission qui libère de l'énergie mais également des rayonnements par radioactivité. La réaction en chaîne doit être contrôlée pour éviter son emballement.

Exercice 1 : Lors d'une réaction de fission, les produits de fission, souvent instables, se désintègrent en d'autres noyaux en émettant des électrons rapides (appelées particules β^-) et des rayonnements gamma γ . Par exemple pour l'iode 131:



1. Sachant que, dans une réaction nucléaire, le nombre de masse et le nombre de charges se conservent, complétez l'écriture du noyau de xénon.
2. Déduisez-en le nombre de protons et le nombre de neutrons du noyau de xénon. .

Exercice 2 : Une centrale nucléaire utilise comme « combustible » de l'uranium enrichi en uranium 235. Ce dernier peut absorber un neutron. Parmi les réactions possibles, il y a celle où apparaissent deux noyaux radioactifs :



3. Écrivez l'équation de cette réaction en justifiant le raisonnement employé.