

PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE DANS UNE CENTRALE

A. POURQUOI ET COMMENT PRODUIRE DE L'ELECTRICITE ?

Activité documentaire et de questionnement :

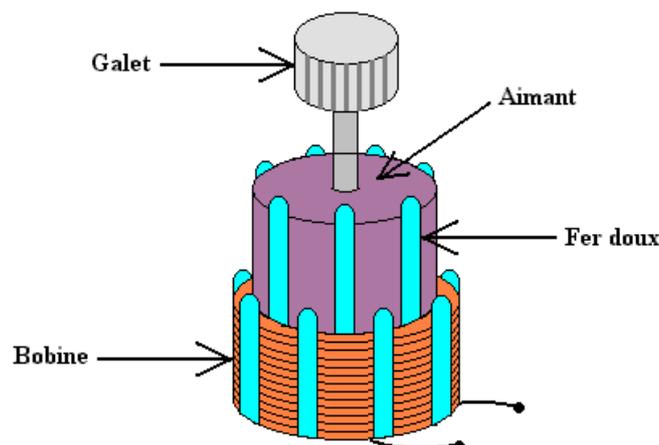
Document n°1 :

A notre époque, et sans électricité, la vie quotidienne serait difficilement envisageable. Il est donc nécessaire de savoir la produire de manière efficace et continue.

Pour répondre à la consommation croissante d'électricité, il a fallu inventer et construire des usines capables de produire de l'électricité en grande quantité. En France, les trois principaux modes de production sont les centrales nucléaires, les centrales à combustibles fossiles et les centrales hydroélectriques. La turbine et l'alternateur sont les deux pièces maîtresse de ces générateurs d'électricité. Dans le cas des usines thermiques, la turbine est entraînée par la vapeur produite dans les chaudières où l'on brûle les combustibles, alors que dans le cas des usines hydroélectriques, la turbine est animée par la force de l'eau. La turbine est couplée à un alternateur, un grand aimant cerclé d'une bobine, qui va produire un courant alternatif en tournant. Une fois le courant produit, il doit être amené jusque chez le consommateur... A la sortie de la centrale, un premier transformateur, un survolteur, augmente la tension du courant à 400 ou 800000 V. Ceci permet de minimiser les pertes d'énergie pendant le transport. Près du point de livraison, un deuxième transformateur, un sousvolteur, fait l'opération inverse : il abaisse la tension du courant pour la mettre aux normes du réseau domestique. Il existe d'autres manières efficaces de produire de l'électricité : les panneaux solaires transforment la lumière du soleil en électricité et les éoliennes utilisent la force du vent. Il faut savoir qu'il existe également des usines marémotrices qui utilisent la force des marées, que la géothermie exploite les gisements d'eau chaude stockés dans le sous-sol terrestre, tandis que les usines à biomasse utilisent les déchets comme source d'énergie.

Document n°2 :

Schéma d'une dynamo de vélo



Quels sont les principaux types de centrales électriques ?

Il existe cinq principaux types de centrales électriques :

- les centrales à combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) dites centrales thermiques classiques,
- les centrales nucléaires qui sont également des centrales que l'on peut qualifier de thermiques,
- les centrales hydroélectriques,

- les centrales solaires ou photovoltaïques,
- les centrales éoliennes.

Quels sont les éléments indispensables à la production de courant électrique dans une centrale thermique ?

Les éléments indispensables à la production de courant électrique sont :

- une turbine en mouvement,
- un alternateur c'est-à-dire un aimant entraîné par la turbine et entouré d'une bobine qui produit le courant électrique.

Quelle est la transformation réalisée dans l'ensemble turbine-alternateur ?

On peut dire que dans l'ensemble turbine-alternateur, on transforme du « mouvement » en « électricité ».

Quel est le mode de fonctionnement d'une dynamo de vélo ?

On pédale, la roue tourne en entraînant le galet et l'aimant situé au centre de la bobine, ainsi les lampes s'allument grâce au courant électrique produit.

Quels sont les points communs entre une centrale thermique et une dynamo de vélo ?

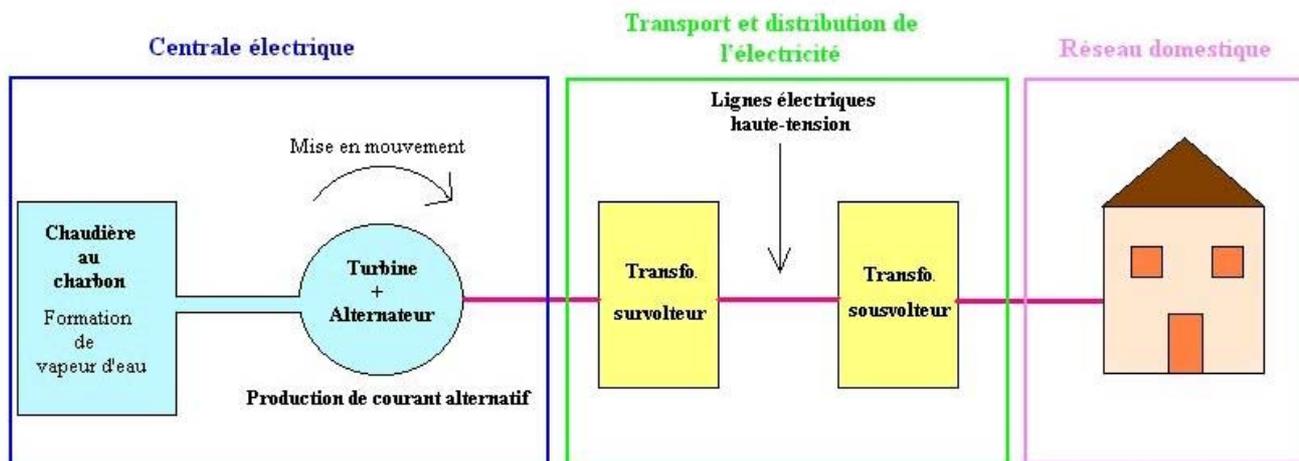
- un système d'entraînement : la turbine ou le galet,
- un aimant mobile que l'on appelle le rotor et une bobine fixe que l'on appelle le stator, ces deux éléments formant l'alternateur.
- l'ensemble galet-alternateur, on transforme du « mouvement » en « électricité ».

Conclusion :

La production d'électricité est tout simplement une conversion, une transformation d'énergie mécanique (liée au mouvement) en énergie électrique.

Les centrales électriques peuvent être comparées à une dynamo de vélo. Dans ces centrales, l'énergie mécanique est convertie en énergie électrique mais à plus grande échelle. On peut convertir également de l'énergie thermique, hydraulique ou encore éolienne en énergie électrique.

« L'électricité, du producteur au consommateur... » : schématiser dans le cas d'une centrale au charbon.



Quelle est la valeur de la tension qui doit être fournie au réseau domestique ?

La tension fournie au réseau domestique doit être de 220 V.

B. ETUDE D'UNE « MINI-CENTRALE » : L'ALTERNATEUR DE VELO

1. PROPRIETES DE L'AIMANT

a) Détection du champ magnétique crée par un aimant droit

Expérience (professeur) :

On approche un aimant droit d'une petite aiguille aimantée mobile que l'on appelle habituellement une boussole.



Observations :

Lorsque l'aimant est approché de l'aiguille aimantée, celle-ci est déviée par rapport à sa position de repos.

Conclusion :

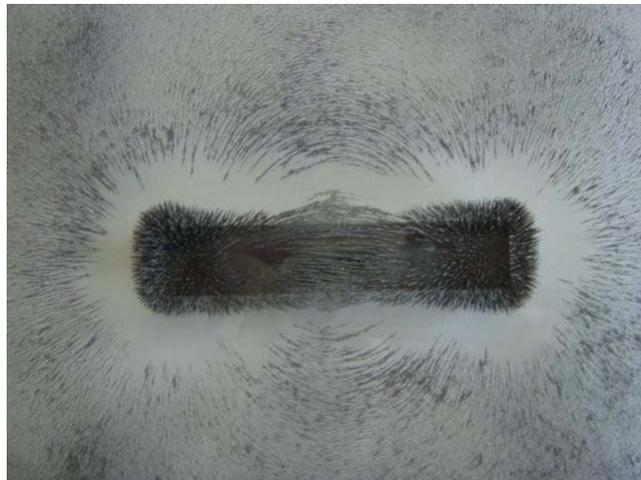
La perturbation de l'aiguille aimantée est due à la présence de l'aimant qui crée un champ magnétique.

On utilise l'aiguille aimantée pour détecter la présence d'un champ magnétique.

b) Spectre magnétique de l'aimant droit

Expérience (professeur) :

L'expérience se fera sur un rétroprojecteur. On place un aimant droit puis une plaque de verre sur la vitre du rétroprojecteur. On « saupoudre » de très fine limaille de fer.



Observations :

En présence d'un aimant, les grains de limaille de fer se positionnent d'une manière particulière, montrant l'effet perturbateur du champ magnétique.

Conclusion :

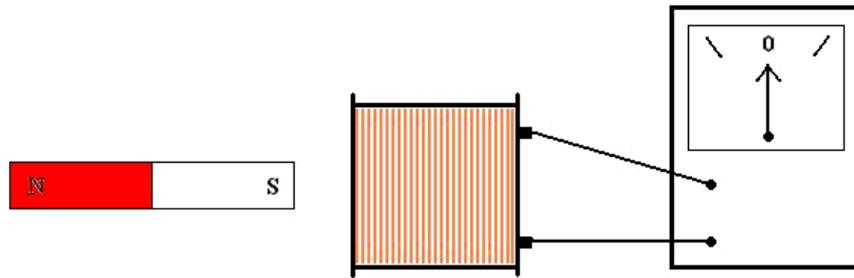
Les grains de limaille de fer s'orientent selon des lignes appelées lignes de champ indiquant la direction du champ magnétique.

2. PROPRIETES DE LA BOBINE

a) Mise en évidence du phénomène d'induction

Expérience (professeur) :

On déplace de diverses manières un aimant droit au voisinage d'une bobine reliée à un ampèremètre à cadran et à zéro central.



Observations :

- Si l'aimant est immobile par rapport à la bobine, l'aiguille de l'ampèremètre ne bouge pas.
- Si l'on approche l'aimant de la bobine, l'aiguille de l'ampèremètre dévie donc un courant apparaît dans la bobine.
- Si l'on éloigne l'aimant de la bobine, l'aiguille de l'ampèremètre dévie dans l'autre sens donc le courant circulant dans la bobine change de sens.
- Plus le déplacement est effectué de manière rapide, plus la déviation de l'aiguille est grande donc plus le courant circulant dans la bobine est intense.
- Si l'aimant effectue un mouvement de va-et-vient, il circule un courant alternatif dans la bobine.

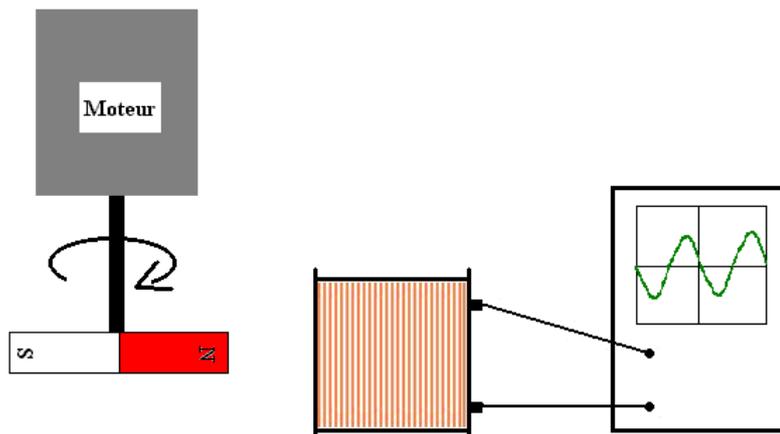
Conclusion :

Le déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine fait apparaître un courant électrique qui circule dans celle-ci : c'est le phénomène d'induction électromagnétique.

b) Aimant tournant devant une bobine

Expérience (professeur) :

A l'aide d'un moteur ou d'une perceuse, on fait tourner un aimant droit devant une bobine. On visualise la tension électrique aux bornes de la bobine grâce à un oscilloscope.



Observations :

Quand l'aimant tourne, il apparaît une tension alternative aux bornes de la bobine. Au cours de cette expérience nous avons reproduit ce qui se passe dans l'alternateur vélo.

Conclusion :

Un alternateur est un convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique.

C. LES CENTRALES ELECTRIQUES

1. CONVERSIONS D'ENERGIE

Activité documentaire :

A partir des documents ci-dessous, reconstituer les « chaînes énergétiques » des cinq principaux types de centrales électriques, présenter les résultats sous forme d'un tableau:

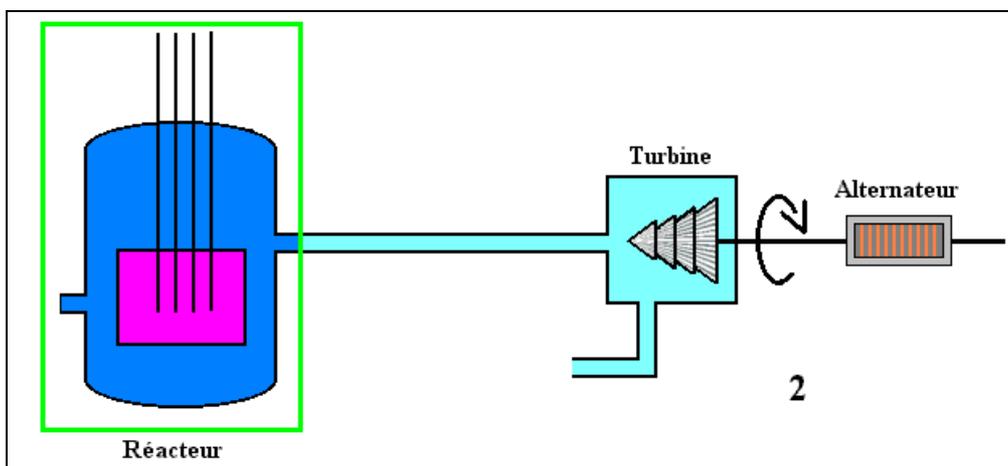
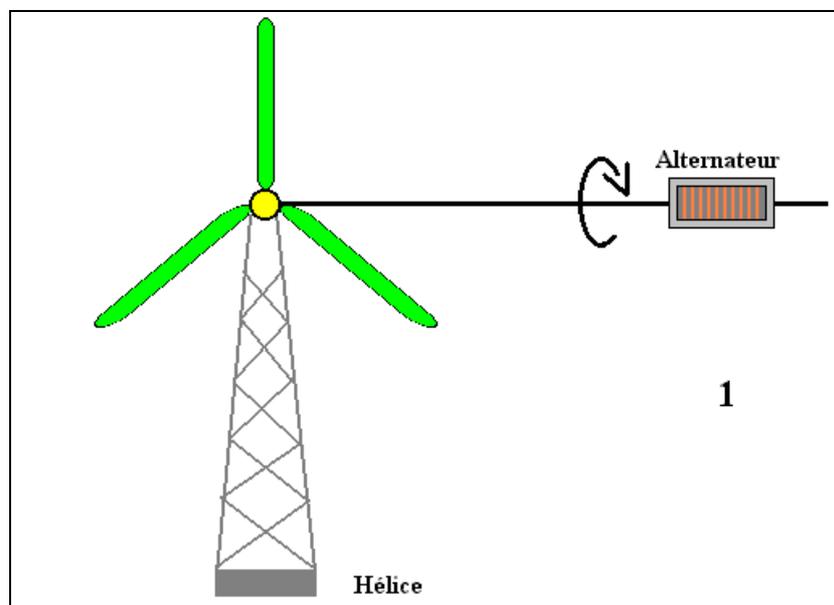
Document n°1 : « Matières premières »

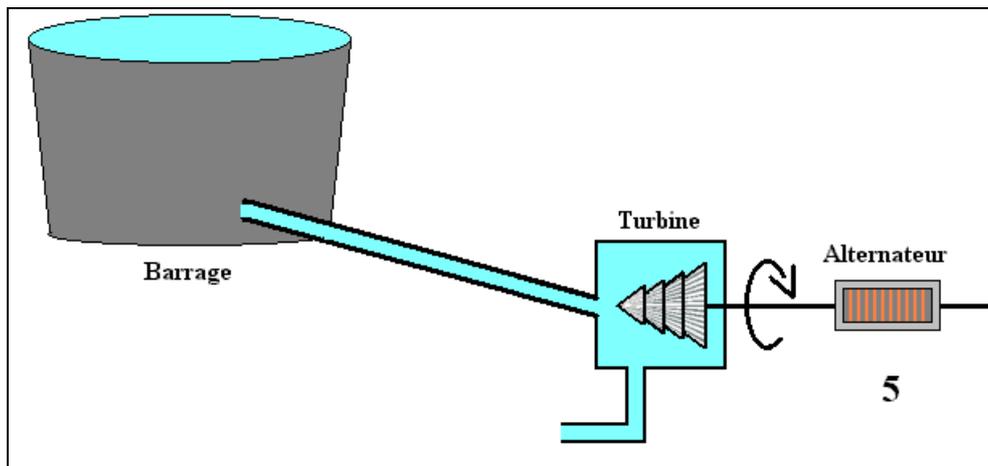
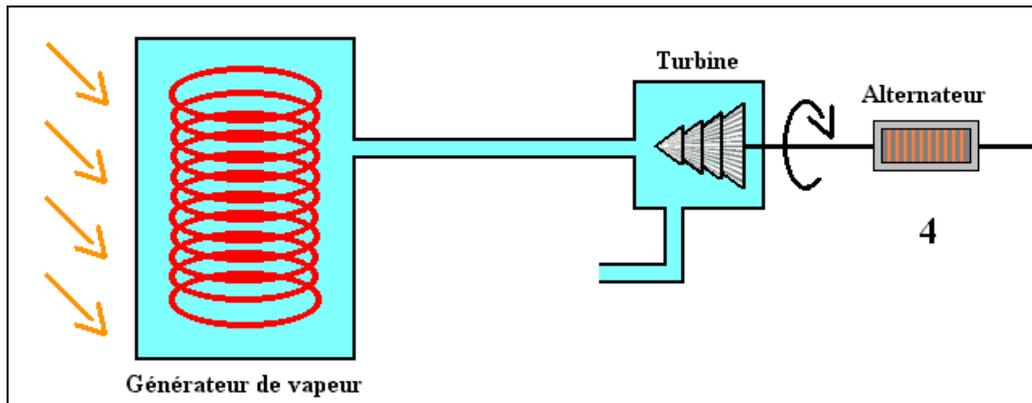
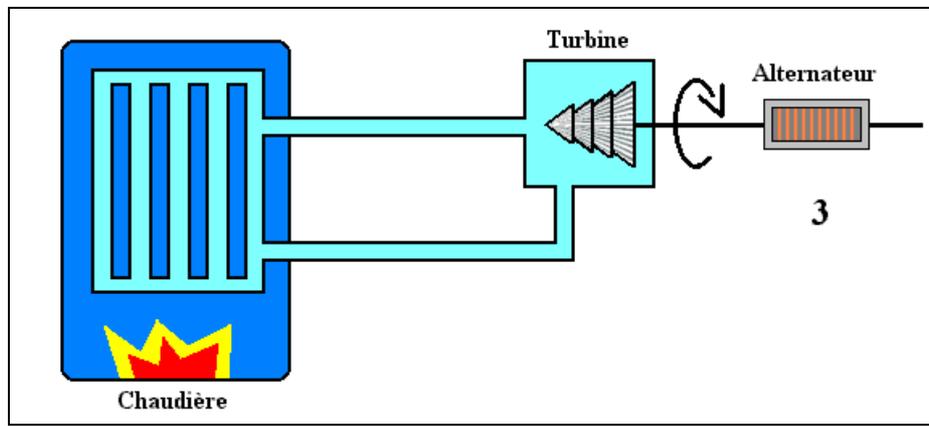
Soleil Minerai d'uranium Vent Eau Combustibles fossiles

Document n°2 : « Energies primaires »

Energie chimique Energie potentielle Energie nucléaire Energie cinétique Energie rayonnante

Document n°3 : « Convertisseurs »





Document n°4 : « Types de centrales »

Centrale thermique Centrale photovoltaïque Centrale hydroélectrique Centrale nucléaire Centrale éolienne

2. MODE DE FONCTIONNEMENT DES CENTRALES

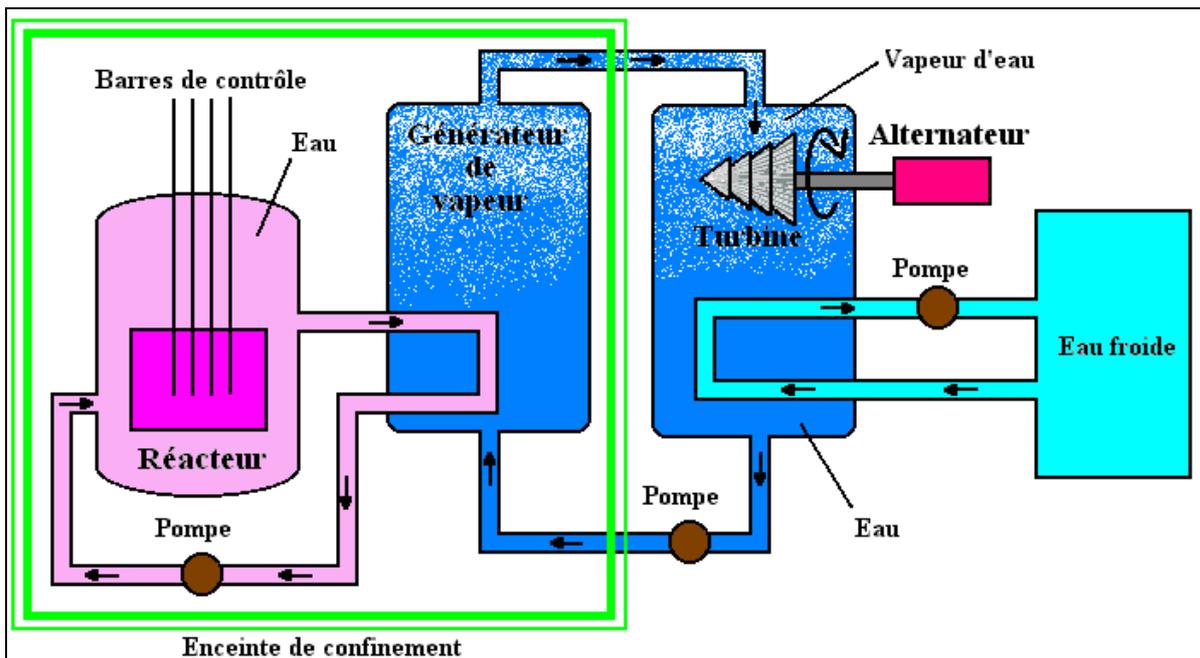
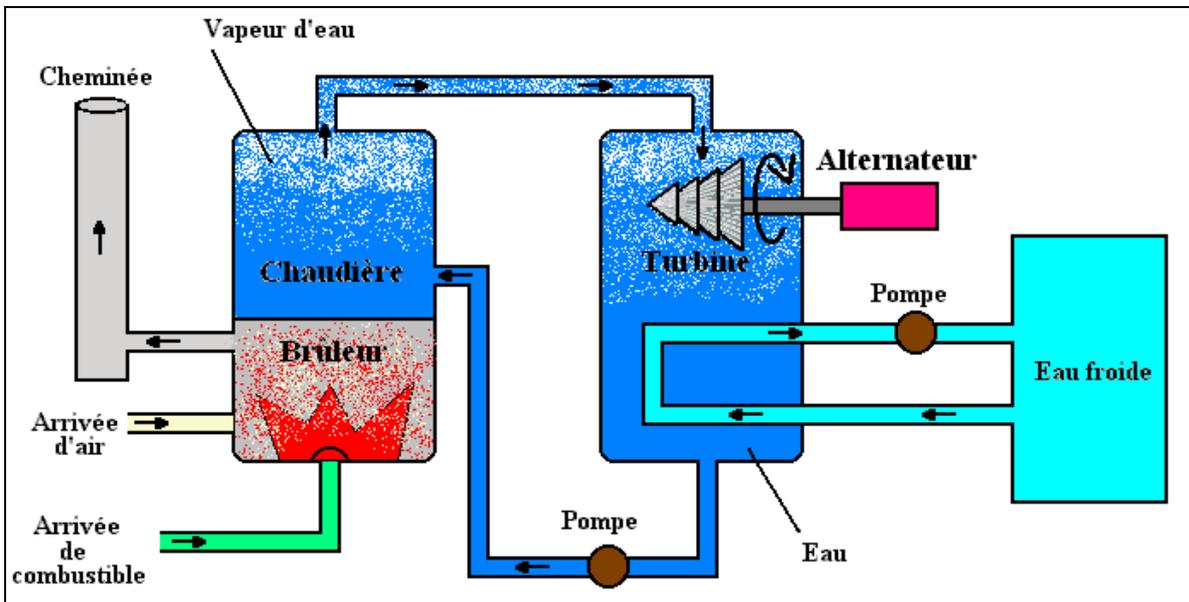
♦ *Quel est le principe commun à toutes les centrales électriques ?*

Une centrale électrique fonctionne grâce à :

- un réservoir d'énergie dite primaire qui sera transformée en énergie mécanique,
- une turbine qui possède de l'énergie mécanique du fait de son mouvement de rotation (sauf centrale éolienne),
- un alternateur qui convertit l'énergie mécanique de la turbine en énergie électrique.

♦ *Quelles sont les principales différences entre le mode de fonctionnement d'une centrale thermique et celui d'une centrale nucléaire ?*

A l'aide des schémas ci-dessous et du texte déjà utilisé en début de séance, expliquer le mode de fonctionnement détaillé d'une centrale thermique et d'une centrale nucléaire.



Centrale thermique : La chaleur produite dans la chaudière par la combustion du charbon, gaz ou autre, vaporise de l'eau. Cette vapeur d'eau est alors transportée sous haute pression et sous haute température vers une turbine. Sous la pression, les pales de la turbine se mettent à tourner. L'énergie thermique est donc transformée en énergie mécanique. Celle-ci sera, par la suite, transformée à son tour en énergie électrique via un alternateur. A la sortie de la turbine, la vapeur est retransformée en eau (condensation) au contact de parois froides pour être renvoyée dans la chaudière où le cycle recommence.

Centrale nucléaire : Le mode de fonctionnement est identique au précédent si ce n'est que la chaleur est produite par des réactions de fission au cœur du réacteur. En fait la différence est que cette source de chaleur nécessite impérativement un confinement (isolation totale du milieu extérieur) pour éviter un

contact, entre le circuit primaire et le circuit secondaire, qui contaminerait toute la centrale en éléments radioactifs.

◆ ***Quelles sont les répercussions de ces centrales sur la pollution atmosphérique ?***

Les centrales thermiques polluent par les dégagements de dioxyde de carbone (CO₂), d'oxydes d'azote (NO, NO₂) et de soufre (S) responsables des pluies acides ou de l'effet de serre.

Les centrales nucléaires produisent des matériaux de fission présentant un niveau de radioactivité important et qui ne diminue que faiblement au cours du temps.