

## Production d'énergie électrique

<b>1 - Sources de champ magnétique, ligne de champ</b> .....	2
1.1 Les aimants .....	2
1.1.1 Propriété fondamentale des aimants : .....	2
Attraction de pointes en alliage à base de fer : les pointes se rassemblent autour des pôles.....	2
1.1.2 Action sur une aiguille aimantée : .....	2
1.1.3 Notion de champ magnétique.....	2
1.1.4 Spectres magnétiques.....	2
<b>2 - Principe de l'alternateur</b> .....	3
2.1 Expériences .....	3
professeur : .....	3
2.2 D'autres alternateurs : .....	3
<b>3 - Ressources sur Internet</b> .....	3
<b>4 Exercices corrigés sur l'énergie correspondant à une 1<sup>er</sup> L</b> .....	5
<i>Exercice n°1</i> : Quelques unités. ....	5
<i>Exercice n°2</i> : Besoins énergétiques d'un étudiant. ....	5
<i>Exercice n°4</i> : Fusée et satellite. ....	5
<i>Exercice n°5</i> : Energie et consommation d'une petite automobile.....	6
<i>Exercice n°6</i> : Vitesse et freinage d'une voiture.....	7
<i>Exercice n°7</i> : De la centrale hydraulique à la cuisinière électrique.....	8
<i>Exercice n°8</i> : Production énergétique.....	8
<i>Exercice n°9</i> : A propos de repassage.....	10
<i>Exercice n°10</i> : Eolienne et centrale nucléaire.....	10
<i>Exercice n°11</i> : Rendement d'une centrale nucléaire.....	11
<i>Exercice n°12 page 161</i> : Obtention de l'uranium enrichi. ....	12
<i>Exercice n°13 page 161</i> : L'uranium et ses proches.....	13
<i>Exercice A page 161</i> : Fission de l'uranium 235.....	14
<i>Exercice B page 161</i> : Centrale nucléaire .....	15

# 1 - Sources de champ magnétique, ligne de champ.

## 1.1 Les aimants

### 1.1.1 Propriété fondamentale des aimants :

Les aimants ont la propriété d'attirer la limaille de fer.

L'attraction se manifeste dans une zone voisine des extrémités : les pôles de l'aimant. L'un des pôles est le **pôle nord**, qui est en général peint en rouge, l'autre est le **pôle sud**.



Aimant droit



aimant en U



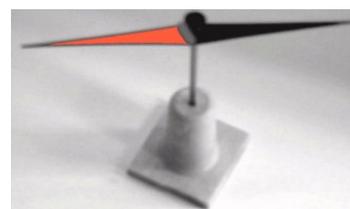
Attraction de pointes en alliage à base de fer : les pointes se rassemblent autour des pôles.

### 1.1.2 Action sur une aiguille aimantée :

Une petite aiguille aimantée mobile dans un plan horizontal se dirige vers le pôle nord magnétique de la Terre si elle est éloignée de tout aimant.

Si on approche un barreau aimanté, l'aiguille dévie. Son pôle nord est attiré lorsqu'on approche un pôle sud et inversement.

Des interactions magnétiques se manifestent entre l'aiguille et le barreau aimanté.



### 1.1.3 Notion de champ magnétique.

Au voisinage du barreau aimanté, une aiguille aimantée est soumise à une action magnétique : le barreau aimanté crée dans son voisinage, un champ magnétique.

L'état magnétique d'un point M est décrit par le **vecteur champ magnétique B**. Ce vecteur champ magnétique B en un point M a la même direction que l'aiguille aimantée mobile placée en M, son sens va du pôle sud de l'aiguille vers son pôle nord.

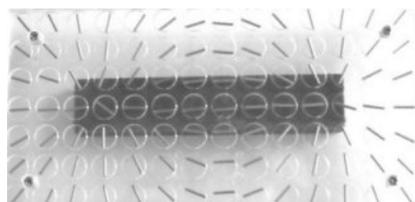


### 1.1.4 Spectres magnétiques

Une ligne de champ magnétique est une ligne, qui, en chacun de ses points, est tangente au vecteur champ magnétique B en ce point.

Un spectre magnétique constitue la représentation des lignes de champ magnétique.

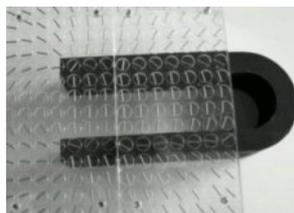
Il est possible de le visualiser à l'aide de limaille de fer.



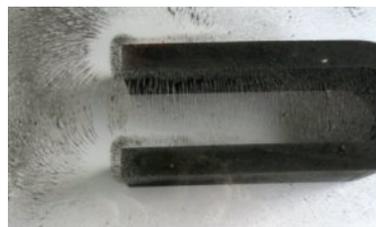
Les grains de limaille s'orientent suivant les vecteurs champs magnétiques : ils visualisent les lignes de champ.



Les petites aiguilles aimantées fournissent la direction et le sens du champ magnétique; celui-ci sort donc par le pôle nord.

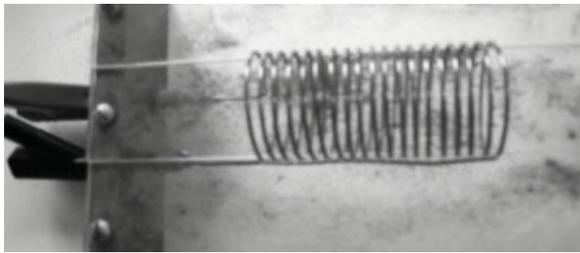


Le champ magnétique est uniforme entre les branches d'un aimant en U



## 1.2 Champ magnétique créé par des courants.

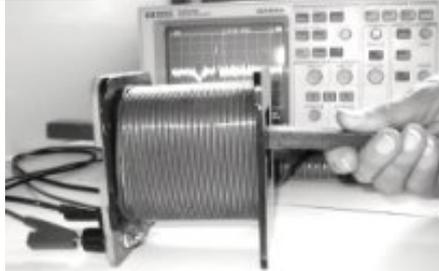
Une bobine traversée par un courant se comporte comme un aimant.



## 2 - Principe de l'alternateur

### 2.1 Expériences professeur :

La variation de la valeur du champ magnétique inducteur dans la bobine est à l'origine du courant induit dans le circuit comportant la bobine et la résistance.

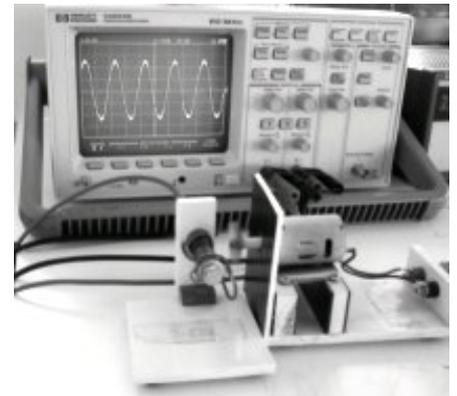


### Expérience élève :

Régler le générateur sur 5v continu avant d'alimenter le moteur.  
Réglages oscilloscopes : base de temps : 5ms/div ; tension : 50mV/div  
Relier les bornes de la bobine à celle de la voie 1 de l'oscilloscope.  
Faire tourner l'aimant devant l'une des faces de la bobine.

Qu'observe-t-on :

- quand l'aimant est immobile : **Le voltage reste nul.**
- quand l'aimant tourne : **Le voltage a une évolution temporelle sinusoïdale.**



- diminuer la tension d'alimentation du moteur : quelles observations sont modifiées ?

**La longueur d'onde du courant généré est plus grande.**

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

### 2.2 D'autres alternateurs :

Exemples : alternateur de bicyclette : certains modèles sont constitués par une bobine fixe placée à proximité d'un aimant mobile. Dans d'autres modèles, l'aimant est fixe et la bobine mobile.

La partie mobile est appelée : **le rotor**, la partie fixe : **le stator**.

La bobine aux bornes de laquelle apparaît la tension alternative est appelée **induit**. L'aimant, à l'origine du phénomène d'induction, est appelé **inducteur**.

Dans les alternateurs industriels (ceux des automobiles ou des centrales électriques), les aimants sont remplacés par des **électro-aimants** : ce sont des bobines entourant un noyau de fer et parcourues par un courant continu. Ces électro-aimants, solidaires du **rotor**, présentent des pôles sud et nord alternés. Les bobines fixes aux bornes desquelles on recueille la tension alternative, constituent le **stator**.

**Un alternateur délivre une tension sinusoïdale.**



## 3 - Ressources sur Internet

Cours, TP, Activités	Contrôles et Exercices	Animations
<p><a href="#">Voyage en électricité</a></p> <p><a href="#">Histoire de l'électricité</a></p> <p><a href="#">Production d'électricité à Saint-Pierre et Miquelon</a></p> <p><a href="#">Energie et puissance</a></p> <p><a href="#">Sources d'énergie</a></p> <p><a href="#">Chaleur</a></p> <p>Production d'énergie électrique dans une centrale :  <a href="#">TP 1</a> -  <a href="#">TP 2</a> -  <a href="#">Activité documentaire 1</a> -  <a href="#">Activité documentaire 2</a></p> <p>Sécurité dans les centrales nucléaires et gestion des déchets :  <a href="#">TP 1</a> -  <a href="#">TP 2</a> -  <a href="#">TP 3</a> -  <a href="#">TP 4</a> -  <a href="#">Activité documentaire 1</a> -  <a href="#">Activité documentaire 2</a></p> <p><a href="#">Energie de la mer</a></p> <p><a href="#">Energie solaire</a></p> <p><a href="#">Energie éolienne</a></p> <p><a href="#">Four solaire</a></p>	<p><a href="#">Exercices sur l'énergie</a></p>	<p> <a href="#">Eolienne</a></p> <p> <a href="#">Energie de la mer</a></p> <p><a href="#">Diverses vidéos écolos</a></p> <p><a href="#">Construisez une éolienne</a></p>

## 4 Exercices corrigés sur l'énergie correspondant à une 1<sup>er</sup> L

### Exercice n°1 : Quelques unités.

Cocher les cases (pas sur l'écran...) correspondant à des unités d'énergie.

kilowattheure	becquerel	joule	watt	térawattheure
tep	ampère	volt	newton	électronvolt

Correction :

kilowattheure	becquerel	joule	watt	térawattheure
tep	ampère	volt	newton	électronvolt

### Exercice n°2 : Besoins énergétiques d'un étudiant.

1. Evaluer les besoins énergétiques ( b.e.) journaliers d'un lycéen sachant qu'il:

- dort pendant 8 heures ( b.e. =  $295 \text{ kJ.h}^{-1}$  ) ;
- est assis pendant 8 heures ( b.e. =  $420 \text{ kJ.h}^{-1}$  ) ;
- marche pendant 4 heures ( b.e. =  $925 \text{ kJ.h}^{-1}$  ) ;
- court pendant 1 heure ( b.e. =  $2520 \text{ kJ.h}^{-1}$  ) ;
- est debout pendant 3 heures ( b.e. =  $465 \text{ kJ.h}^{-1}$  ).

2. Combien de biscottes doit-il consommer, au moins, sachant qu'une biscotte apporte 255 kJ ?

3. Sa course l'amène du pied de la butte de Montmartre au sommet. Pendant cet effort particulier, sous quelles formes est convertie l'énergie chimique fournie aux muscles au cours de la digestion ?

Correction :

1.

$$E=8*295+8*420+4*925+1*2520+3*465=13335 \text{ kJ}$$

2.

$$13335/255=39,8 \text{ biscottes}$$

3.

L'énergie chimique fournie aux muscles au cours de la digestion est convertie en énergie mécanique (pour grimper la colline) et chaleur (pour l'homéothermie).

### Exercice n°4 : Fusée et satellite.

Document :

[...] Un engin spatial sur son orbite autour de la Terre ou sur sa trajectoire vers d'autres planètes possède une énergie cinétique (mouvement) qui lui a été communiquée par le lanceur. Ce dernier

l'a arraché à la force gravitationnelle terrestre (énergie potentielle) à l'aide de ces différents étages de propulsion, convertissant l'énergie chimique des combustibles en énergie cinétique. Tout en assurant sa mission, l'engin spatial doit être maintenu sur son orbite, à la bonne vitesse et dans l'attitude désirée. Ce maintien est assuré par un apport d'énergie cinétique fournie par des propulseurs d'appoint chimiques. Pour certains types de satellites, des propulseurs électriques les remplaceront dans l'avenir. [...]

Universalia 1991 J.G. Verniolle.

1. Quelles sont les différentes sortes d'énergie citées ou suggérées dans le texte ?
2. Parmi ces énergies, quelles sont celles qui sont utilisées :
  - pour le lancement du satellite ?
  - pour la maintenance sur l'orbite par apport d'énergie cinétique ?
3. Quelles sont les transformations énergétiques évoquées dans le texte ?

Correction :

1.

Le texte parle de l'énergie potentielle liée au champ de pesanteur, de l'énergie cinétique liée à la vitesse du satellite, de l'énergie chimique provenant de réactions chimiques et de l'énergie électrique.

2.

Pour le lancement du satellite on utilise l'énergie chimique.

Le maintien en orbite se fait grâce à l'énergie cinétique.

3.

L'énergie chimique est transformée en énergie cinétique.

Exercice n°5 : Energie et consommation d'une petite automobile.

Lors d'essais sur circuit, le moteur de cette auto développe une puissance  $P = 40\,000\text{ W}$ .

Elle parcourt 100 km en 40 minutes.

La consommation d'essence est de 9,5 litres au 100 km.

La combustion d'un litre d'essence libère une énergie de  $3,4 \cdot 10^7\text{ J}$ .

L'énergie mécanique fournie par le moteur a pour expression  $E_m = P \times t$ , dans laquelle  $E_m$  est exprimée en joules,  $P$  en watts et  $t$  en secondes.

Cocher pour les questions 1 et 2, la bonne réponse et justifier par un calcul. Répondre à la question 3.

1. L'énergie mécanique fournie, lors du parcours de 100 km, a pour valeur :

- $E_m = 1,6 \cdot 10^6\text{ J}$         $E_m = 4,0 \cdot 10^6\text{ J}$         $E_m = 9,6 \cdot 10^7\text{ J}$ .

2. Lors du parcours de 100 km, la combustion de l'essence libère une énergie  $E_e$  qui a pour valeur :

- $E_e = 3,58.10^6 \text{ J}$         $E_e = 3,23.10^8 \text{ J}$         $E_e = 3,40.10^9 \text{ J}$ .

3. Calculer  $E = E_e - E_m$ . Sous quelle forme cette énergie « perdue »  $E$  apparaît-elle ?

Correction :

1.

La voiture met 40 minutes pour parcourir de 100 km, soit  $40 \times 60 = 2400$  secondes

$$E_m = P \times t = 40000 \times 2400 = 9,6.10^7 \text{ J}$$

2.

La consommation est de 9,5 litres d'essence soit  $E_e = 9,5 \times 3,4.10^7 = 3,23.10^8 \text{ J}$

3.

$E = E_e - E_m = 3,23.10^8 - 9,6.10^7 = 2,27.10^8 \text{ J}$  qui sont perdue en chaleur (frottements).

### Exercice n°6 : Vitesse et freinage d'une voiture.

Vitesse (en $\text{km.h}^{-1}$ )	30	60	90
Distance de freinage (en m)	6	24	54

La distance de freinage d'une voiture est la distance que parcourt le véhicule avant de s'arrêter.

On donne les distances de freinage pour différentes vitesses (vitesse du véhicule juste au moment où on commence à freiner).

Cocher, pour chaque question, la case correspondant à la bonne réponse. Une justification est demandée pour les questions 1 et 3.

1. Lorsque la vitesse double, la distance de freinage :

- double       quadruple       ne varie pas.

2. La relation entre la distance de freinage  $d$  et la vitesse  $v$  est de la forme ( $a$  est une constante) :

- $d = a.v^2$         $d = a.v$         $d = a/v$ .

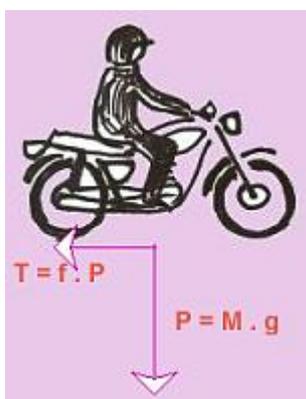
3. A  $120 \text{ km.h}^{-1}$ , quelle distance de freinage (en mètres) peut-on prévoir ?

- 48       60       96.

Correction :

1.

La distance de freinage quadruple



La force d'appui de la voiture sur la route est son propre poids  $P$ .

Au moment du freinage la force qui ralentit la voiture est au maximum la force de frottement  $T$ .

La formule entre  $P$  et  $T$  :  $T = f \times P$

$f$  = coefficient de frottement. (voir explication)

$P = M \times g$

$M$  = masse totale en kg

$g =$  accélération de la pesanteur ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$   
 La décélération de la moto est  $\gamma$ . On a  $T = \gamma \times M$ .  
 On en déduit que:  $\gamma = f \times g$ .

La formule qui donne la distance  $d$  pour passer d'une vitesse  $v$  à une vitesse  $v=0$  avec un décélération  $\gamma$  est:

$$d = 0.5 \times v^2 / \gamma \quad \text{comme } \gamma = f \times g$$

la distance parcourue pendant le freinage est:

$$d = 0.5 \times v^2 / (f \times g)$$

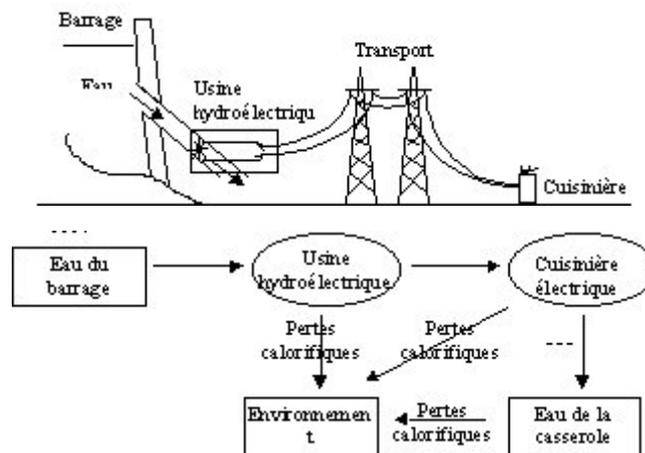
2.

$$d = a.v^2$$

3.

$120 \text{ km.h}^{-1}$  est le double de  $60 \text{ km.h}^{-1}$  vitesse où il faut 24 m pour s'arrêter, donc il faudra 4 fois plus soit  $24 \times 4 = 96 \text{ m}$

### Exercice n°7 : De la centrale hydraulique à la cuisinière électrique.



Le schéma représente la chaîne permettant de fournir de l'énergie électrique au consommateur à partir de l'eau d'un lac de barrage.

1. Compléter la chaîne énergétique ci-contre en utilisant les mots proposés : énergie électrique ; chaleur ; énergie potentielle ; énergie cinétique.

2. En bout de chaîne, pour faire bouillir 1 litre d'eau à l'aide de la cuisinière électrique, il faut fournir une énergie d'environ 350 kJ.

Quelle masse de propane faudrait-il faire brûler dans une cuisinière à gaz pour faire bouillir cette eau ?

Donnée : l'énergie libérée par la combustion d'un kilogramme de propane vaut 50 400 kJ.

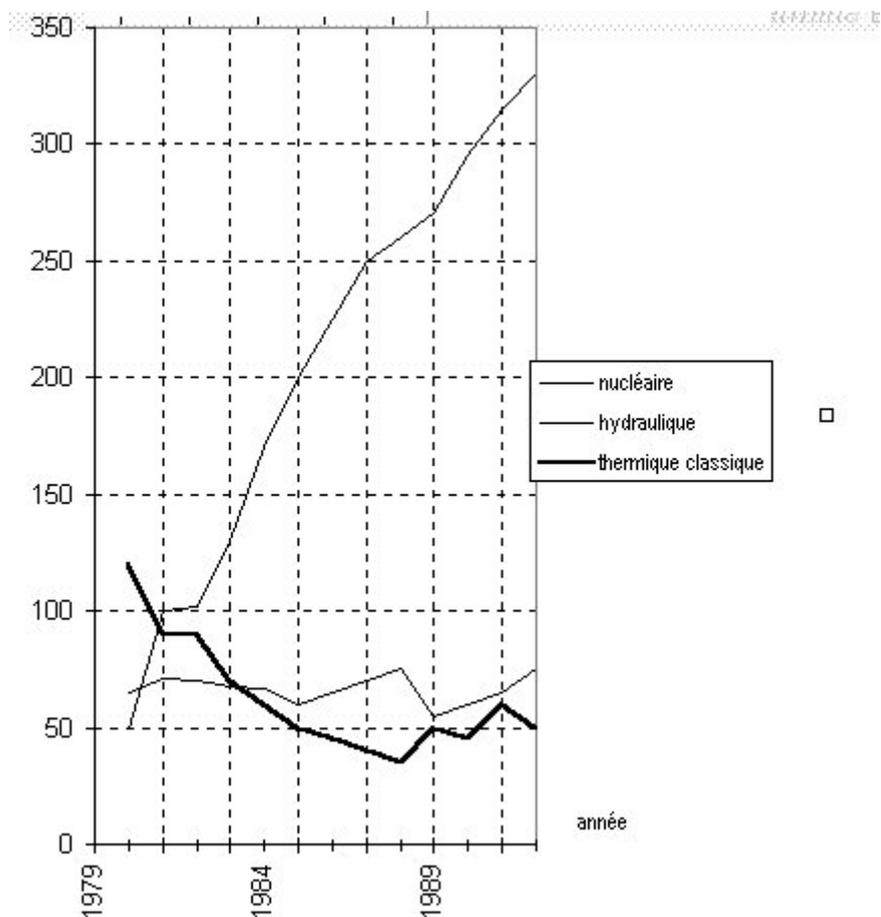
### Correction :

2.

350 kJ correspond à  $350/50400 = 6,944 \cdot 10^{-3}$  kilogramme de propane soit 6,944 gramme de propane

### Exercice n°8 : Production énergétique.

Le graphique ci-dessous représente les productions respectives d'énergie électrique des différents types de centrales en France.



1. Compléter le tableau suivant :

production (en tW.h)	en 1980	en 1988	en 1992
énergie nucléaire			
énergie hydraulique			
énergie thermique			
énergie totale			

Donnée :  $1 \text{ tW.h} = 3,6 \cdot 10^{15} \text{ J}$ .

2. Calculer le pourcentage de la production des centrales nucléaires par rapport à la production totale.

Que constatez-vous ?

Correction :

1.

production (en tW.h)	en 1980	en 1988	en 1992
énergie nucléaire	50	255	325
énergie hydraulique	60	60	60

énergie thermique	120	40	50
énergie totale	230	355	435
pourcentage de la production des centrales nucléaires par rapport à la production totale.	22%	72%	75%

2.

La proportion de la production des centrales nucléaires augmente.

**Exercice n°9 : A propos de repassage.**

Sur un fer à repasser, on lit 1500 W, 220 V.

1. Que représentent ces nombres ?
2. Quelle est l'énergie électrique consommée au bout de deux heures de fonctionnement ?
3. Sous quelle forme cette énergie électrique a-t-elle été transférée ?

**Correction :**

1.

1500 W est la puissance

220 V est la tension de fonctionnement.

2

Énergie = Puissance \* temps, soit pour 2 heures =  $2 \times 60 \times 60 = 7200$  secondes

Énergie =  $1500 \times 7200 = 10800$  kJ

3.

L'énergie électrique a été transférée sous forme de chaleur.

**Exercice n°10 : Eolienne et centrale nucléaire.**

Une éolienne de grande dimension fournit une énergie électrique  $E_0 = 10^9$  kW.h par an.

Une centrale nucléaire a une puissance électrique  $P = 900$  MW. Elle fonctionne 300 jours par an.

Cocher, pour chaque question, la case correspondant à la bonne réponse. •

Un calcul est demandé pour la question 2. •

1. Une éolienne permet d'obtenir de l'énergie électrique à partir de l'énergie fournie par :

- le vent       la lumière       l'eau

2. Combien d'éoliennes faudrait-il pour remplacer cette centrale nucléaire ?

- 270       6480       7884

Correction :

1.

Une éolienne permet d'obtenir de l'énergie électrique à partir de l'énergie fournie par le vent.

2.

L'énergie annuelle d'une centrale nucléaire est  $900 \cdot 10^9 \cdot 300 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 2,33 \cdot 10^{19}$  J

1 kWh (kilowatt.heure) vaut, par définition, 1.000 Watts consommés pendant une heure (soit 3600 secondes, je rappelle aux distraits !), d'où  $1 \text{ kW.h} = 3.600.000$  joules

L'énergie annuelle d'une éolienne de grande dimension  $10^9 \cdot 3600000 = 3,6 \cdot 10^{15}$  J

Que l'on divise par celle d'une éolienne de grande dimension  $2,33 \cdot 10^{19} / 3,6 \cdot 10^{15} = 6480$  éoliennes

Exercice n°11 : Rendement d'une centrale nucléaire.

Le tableau ci-dessous reproduit quelques caractéristiques d'une centrale nucléaire de 900 MW.

Puissance thermique	
2785 MW	
Puissance électrique nette	920 MW
Température maximale du combustible	2300 °C
Température entrée eau du cœur	286 °C
Température sortie eau du cœur	323 °C

1. Dans ce tableau, encadrer les deux valeurs numériques qui prouvent le caractère limité de la transformation de la chaleur en énergie électrique.

2. Le rendement énergétique de cette centrale est de :

- 3%       33%       49%       87%       303%

(Cocher la case correspondant à la valeur trouvée et justifier par un calcul).

Correction :

2.

Rendement = Chaleur produite / Énergie restituée =  $2785 / 920 = 3\%$

## Exercice n°12 page 161 : Obtention de l'uranium enrichi.

**12 Obtention de l'uranium enrichi**

Une centrale nucléaire utilise comme combustible de l'uranium enrichi en uranium 235.

1 L'uranium naturel est un mélange d'uranium 238 (99,3 %) et d'uranium 235 (0,7 %).  
a) Que représentent les nombres 238 et 235 ?  
b) Quel terme peut-on employer pour désigner à la fois les deux isotopes ?

2 Que signifie l'expression « uranium enrichi » ?

3 Pour préparer 1 kg d'uranium enrichi, on consomme environ  $3 \times 10^7$  kJ, tandis que dans une centrale nucléaire, avec 1 kg d'uranium enrichi, on obtient environ  $1,1 \times 10^9$  kJ.  
a) Quel est le pourcentage de l'énergie produite par la centrale employé à l'obtention de l'uranium enrichi ?

### Correction :

1.

Les nombres 238 et 235 correspondent aux nombres de masse.

Ce sont des isotopes.

2.

Uranium enrichi : L'uranium naturel, tel qu'il est extrait du sol, est constitué essentiellement de deux isotopes : l'uranium 238 pour 99,3% et l'uranium 235 pour 0,7%. Or seule cette toute petite fraction, l'uranium 235, donne lieu à fission sous l'impact des neutrons et constitue ainsi la source d'énergie des centrales nucléaires. On sait réaliser des réactions en chaîne avec de l'uranium naturel, au sein d'empilements de graphite ou dans des cuves emplies d'eau lourde. Par contre, les réacteurs les plus répandus dans le monde actuellement, qui utilisent l'eau ordinaire (l'eau légère) comme modérateur, ne peuvent fonctionner que si l'uranium de leur combustible contient au moins 3 % d'uranium 235. Leur alimentation nécessite donc d'augmenter au préalable la proportion de l'isotope 235 dans l'uranium.

Il est clair que ceci ne peut être fait facilement, puisque, par définition, des isotopes se comportent de façon identique dans toutes les réactions chimiques auxquelles ils sont soumis. Il faut donc avoir recours à des procédés physiques particuliers, tels que la diffusion gazeuse ou l'ultracentrifugation. C'est l'opération d'enrichissement. Cette opération d'enrichissement qui produit de l'uranium enrichi entre 3 et 5 % se fait en France à l'usine Georges Besse du Tricastin. Il ne faut pas confondre cet uranium enrichi avec l'uranium très enrichi (plus de 90% d'uranium 235) utilisé dans les armes et fabriqué dans des installations spécialisées.

3.

Quel pourcentage représente

$3 \cdot 10^7$  kJ par rapport à  $1,1 \cdot 10^9$  kJ soit

X par rapport à 100

$$X = (3 \cdot 10^7 * 100) / 1,1 \cdot 10^9 = 2,7 \%$$

**13 L'uranium et ses proches**

L'uranium naturel contient fort peu d'uranium 235 recherché par l'industrie nucléaire et surtout de l'uranium 238 ( $^{238}_{92}\text{U}$ ).

Cet uranium 238 se transforme en uranium 239 sous l'impact d'un neutron.

1 a. Donner le symbole complet de l'uranium 235.

b. Sous quel nom générique désigne-t-on les nucléides : uranium 235, uranium 238 et uranium 239 ?

c. Qu'est-ce qui différencie ces divers nucléides ?

2 L'uranium 239 se transforme en neptunium 239 par désintégration  $\beta^-$ .

Par le même type de désintégration, le neptunium 239 donne le plutonium 239.

a. Rechercher ce qu'est la désintégration  $\beta^-$ .

b. Le nombre de charge du plutonium 239 est 94, en déduire le nombre de neutrons du noyau.

c. Par un argument simple, dire pourquoi le nombre de charge du neptunium  $^{239}\text{Np}$  ne peut pas être 92 ou 94.

Correction :

1 a.  $^{235}_{92}\text{U}$

1 b. isotopes

1 c. Le nombre de masse est différent mais le nombre de charge est identique. Ce nombre de charge étant égal au nombre de protons, ce sont les nombres de neutrons qui sont différents.

2 a. La désintégration  $\beta^-$  est l'émission d'électrons.

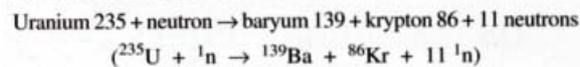
2 b. La différence  $A - Z = N$  représente le nombre de neutrons, ici  $239 - 94 = 145$  neutrons

2 c. Si  $Z=92$  pour tout les isotopes de l'uranium qui est différent du neptunium et  $Z=94$  pour tout les isotopes du plutonium qui est différent du neptunium (pour lui  $Z=93$ ).

### Objectif Bac :

#### A - Fission de l'uranium 235

Dans une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium 235 peuvent subir diverses fissions et entre autres celle-ci :



1 a. Combien de neutrons sont émis lors de la fission d'un noyau d'uranium 235 ?

b. Expliquer pourquoi la réaction s'emballerait en l'absence de dispositifs modérateurs dans la centrale.

2 Dans la réaction on obtient du baryum 139.

a. Que désigne le nombre 139 ?

b. Dans le noyau de l'atome de baryum 139, il y a 56 protons. Combien y a-t-il de neutrons ?

c. Quelle est la valeur du nombre de charge Z pour ce nucléide ?

3 La réaction donne aussi du krypton 86 ( ${}^{86}_{36}\text{Kr}$ ).

Dans la liste suivante, extraire le(s) nucléide(s) isotope(s) du krypton 86 :



4 En négligeant la masse des neutrons, des mesures montrent que, lors de la fission de  $234,99 \cdot 10^{-3}$  kg d'uranium 235, on obtient  $138,92 \cdot 10^{-3}$  kg de baryum 139 et  $85,94 \cdot 10^{-3}$  kg de krypton 86.

a. Déterminer la perte de masse  $\Delta m$  lors de la réaction.

b. À partir de la relation d'Einstein, déduire l'énergie libérée  $E_{\text{lib}}$ . Donnée :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

5 a. L'énergie utilisable  $E_{\text{ut}}$  représente 30 % de l'énergie libérée. Calculer  $E_{\text{ut}}$ .

b. La combustion complète d'une tonne de pétrole produit une énergie de  $4,2 \cdot 10^{10}$  J. Calculer la masse de pétrole à brûler pour obtenir la même énergie que celle libérée par la fission de 234,99 g d'uranium 235.

#### Correction :

1 a. onze

1 b. La réaction s'emballerait car chacun des onze neutrons pourrait réagir avec un Uranium 235 qui donneraient chacun 11 autres neutrons soit  $11 \cdot 11 = 121$  neutrons rien qu'à la deuxième génération.

2 a. 139 correspond au nombre de masse.

2 b. La différence  $A - Z = N$  représente le nombre de neutrons, ici  $139 - 56 = 83$  neutrons

2 c.  $Z = 56$  nombre de protons ou d'électrons.

3 Les isotopes du krypton 36 sont :  ${}^{82}_{36}\text{Kr}$ ,  ${}^{83}_{36}\text{Kr}$ ,  ${}^{84}_{36}\text{Kr}$ ,  ${}^{86}_{36}\text{Kr}$

4 a.  $\Delta m = \text{masse des réactifs} - \text{masse des produits} = 234,99 - (138,92 + 85,94) = 10,13 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

4 b.  $E_{\text{lib}} = \Delta m \cdot c^2 = 10,13 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9,117 \cdot 10^{14} \text{ J}$

5 a.  $E_{\text{ut}} = 0,3 \cdot E_{\text{lib}} = 0,3 \cdot 9,117 \cdot 10^{14} = 2,735 \cdot 10^{14} \text{ J}$

5 b.  $2,735 \cdot 10^{14} / 4,2 \cdot 10^{10} = 6512$  tonnes de pétrole.

### **B - Centrale nucléaire**

- ① Quel est le lieu où sont confinées les réactions de fission ?
- ② Comment l'énergie libérée par ces réactions est-elle récupérée ?
- ③ Quel fluide permet de transférer l'énergie récupérée jusqu'au lieu de conversion ?
- ④ **a.** Quel organe convertit l'énergie récupérée en énergie mécanique ?  
**b.** Quel dispositif permet d'obtenir de l'électricité ? Indiquer :  
— les parties constituant ce dispositif ;  
— le phénomène sur lequel son fonctionnement est fondé.
- ⑤ **a.** Pourquoi y a-t-il un circuit primaire et un circuit secondaire pour les fluides utilisés dans les transferts thermiques ?  
**b.** Pourquoi une centrale nucléaire doit-elle être équipée d'un condenseur ?

#### Correction :

- 1 Les réactions de fissions sont confinées au cœur du réacteur.
2. L'énergie est récupérée sous forme de chaleur transportée par le fluide calorporteur.
3. La chaleur transportée par le fluide calorporteur est échangée à de l'eau.
- 4 a. La vapeur d'eau entraîne les pales relié à un alternateur.
- 4 b. L'alternateur permettant de récupérer de l'électricité est constitué d'un rotor et d'un stator. C'est le phénomène de l'induction électromagnétique qui permet de produire de l'électricité.
- 5 a. L'existence de deux circuits permet de mieux contrôler les fuites radioactives car l'eau constituant le circuit secondaire n'est pas irradiée.
- 5 b. Le condenseur est la " source froide " où s'échange le flux de chaleur