

## Compétences exigibles

- Conversion d'énergie : schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les transformations d'énergie en termes de conversion et de dégradation.
- Centrale électrique thermique à combustible fossile : identifier les différentes formes d'énergie intervenant.
- Centrale électrique nucléaire à combustible fossile : identifier les différentes formes d'énergie intervenant.
- L'énergie solaire, trois formes d'énergie.
- Le pétrole, une énergie fossile.
- La distillation fractionnée et la distillation du pétrole.

## Chapitre 13 – Énergie : conversion

### 1 Comment convertir de l'énergie ?

#### 1.1 Où nous allons différencier source d'énergie et forme d'énergie

- La source d'énergie est ce qui va être utilisé pour fournir de l'énergie. Il peut s'agir d'une matière (pétrole, charbon, ...), d'un rayonnement comme la lumière du soleil ou encore d'une force comme celle du vent ou des cours d'eau.
- La forme d'énergie est la forme sous laquelle l'énergie se présente pour être utilisée : énergie chimique, énergie rayonnante, énergie mécanique, etc.

À partir d'une source d'énergie vous devez être capable de donner la forme d'énergie qui est à l'œuvre. Pour vous aider, voici une liste des différentes formes d'énergie :

**Énergie lumineuse** C'est l'énergie qui existe dans les rayons (ou « ondes électromagnétiques »), comme la lumière ou encore les rayons ultra-violets, les rayons infrarouges, etc.

**Énergie mécanique** C'est la forme d'énergie qui est à l'œuvre dès qu'il y a mouvement des objets (on peut aussi dire énergie cinétique).

**Énergie chimique** C'est la forme d'énergie qui est à l'œuvre dès qu'il y a une réaction chimique, c'est-à-dire des liaisons entre atomes qui sont cassées ou formées : on change de molécules, mais le nombre d'atome reste globalement constant. N'oubliez pas en particulier que notre propre corps est aussi une petite usine chimique sur pattes !

**Énergie thermique** C'est l'énergie qui existe sous forme de chaleur, c'est-à-dire une agitation microscopique. Sa mesure est d'ailleurs la température. Elle peut provenir de nombreuses sources, comme le feu de bois, de certaines coupes du pétrole ou de charbon.

**Énergie électrique** C'est l'énergie qui correspond au déplacement des électrons dans les fils conducteurs, ce que l'on appelle le courant électrique. Nous verrons ses sources par la suite.

**Énergie nucléaire** C'est l'énergie qui est à l'œuvre dès qu'il y a une réaction nucléaire, c'est-à-dire des liaisons entre nucléons qui sont cassées ou formées : on change les noyaux des atomes, mais le nombre de nucléons reste globalement constant. Par rapport à l'énergie chimique, les réactions nucléaires dégagent des énergies bien plus considérables.

**Énergie hydraulique** C'est l'énergie du mouvement des fluides, tels que les cours d'eau, les mouvements de la mer (vagues, marées et courants), mais aussi le vent (et dans ce dernier cas, on dit énergie éolienne). Et lorsque de l'eau est stockée en hauteur dans un bassin ou dans un barrage, on parle d'énergie potentielle, car l'eau peut potentiellement redescendre en libérant son énergie sous forme de mouvement (énergie cinétique)

#### 1.2 Où il est expliqué que l'on peut passer d'une forme d'énergie à une autre

Il est possible de passer d'une forme d'énergie à une autre, qui pourra elle-même être à nouveau transformée en une autre, et ainsi de suite.

Néanmoins, cela ne peut pas se faire n'importe comment. Ces transformations nécessitent toujours un intermédiaire (qu'on peut désigner, par exemple, par le mot « machine »).

Il faut aussi garder à l'esprit qu'aucune transformation n'est complète et que chaque transformation s'accompagne de pertes (notamment sous forme de chaleur).

À l'aide des informations données ci-dessus et de vos connaissances, compléter le tableau page suivante !

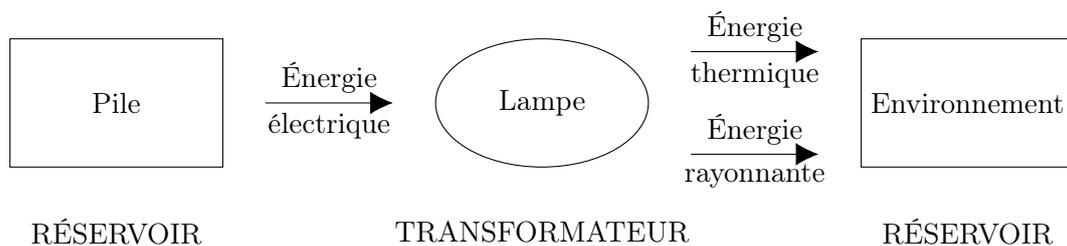
Sources d'énergie	Formes d'énergie	« Machines »	Énergie utile
Soleil	lumineuse	Panneau photovoltaïque	électrique
Soleil	lumineuse	Panneau thermique	thermique
Essence	chimique	Moteur à explosion	cinétique
Gaz naturel	chimique	Chaudière	thermique
Charbon	chimique	Centrale électrique	électrique
Vent	cinétique	Éolienne	électrique
Huiles végétales	chimique	Moteur « diesel »	cinétique
Cours d'eau	potentielle	Centrale hydroélectrique	électrique
Chaleur du sous-sol	thermique	Puits géothermiques	thermique
Uranium	nucléaire	Centrale nucléaire	électrique

### 1.3 Où nous allons découvrir en quoi consiste une chaîne énergétique

Voici le principe de dessin d'une chaîne énergétique :

1. Dessiner des rectangles pour représenter les sources d'énergie : ce sont les *réservoirs* ;
2. Dessiner des cercles ou des ellipses pour représenter les transformations ou les utilisations par les « machines » : ce sont les *transformateurs* ;
3. Dessiner des flèches pour représenter les formes d'énergie : ce sont les *échanges*.

Exemple : chaîne énergétique d'une lampe branchée sur une pile (attention, dans cet exemple de chaîne, certains détails ont été volontairement omis à ce stade du cours, pour ne pas compliquer !) :



Globalement, si on suit les flèches, on voit que l'énergie change de forme.

### 1.4 Où nous allons découvrir de quoi réaliser de très jolies chaînes énergétiques

Voici une liste d'éléments qui permettent de réaliser cinq chaînes énergétiques complètes.

**Document n° 1** Les « matières premières » :

À placer dans les rectangles !

Soleil      Minerai d'uranium      Vent      Eau      Combustibles fossiles

**Document n° 2** Les énergies « primaires » :

À placer sur les flèches !

Énergie chimique      Énergie nucléaire      Énergie mécanique      Énergie mécanique      Énergie rayonnante

**Document n° 3** Les énergies produites :

À placer sur les flèches !

Énergie électrique      Énergie électrique      Énergie électrique      Énergie électrique      Énergie électrique

**Document n° 4** Les réservoirs abondés :

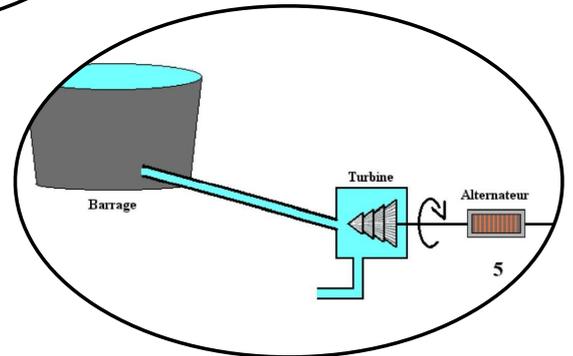
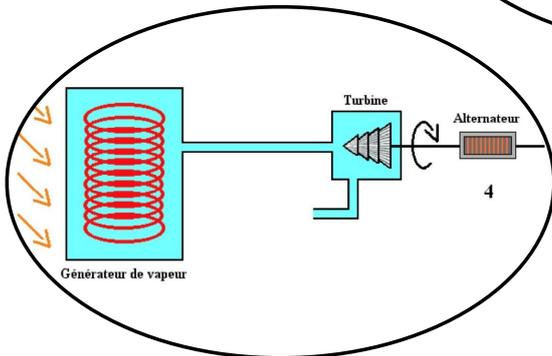
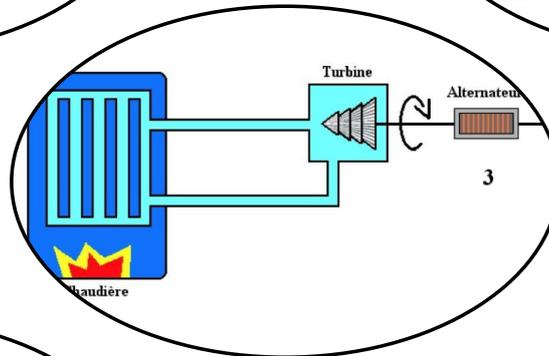
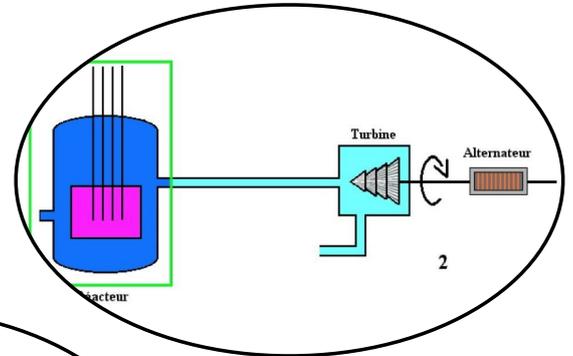
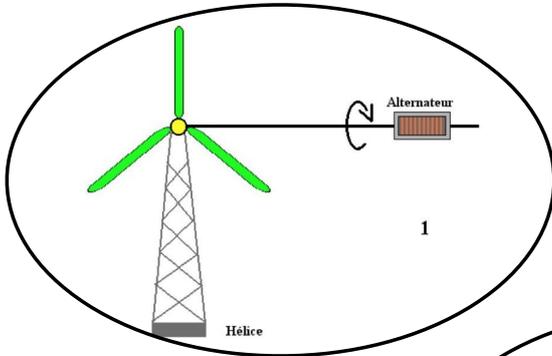
À placer dans les rectangles !

Réseau électrique      Réseau électrique      Réseau électrique      Réseau électrique      Réseau électrique

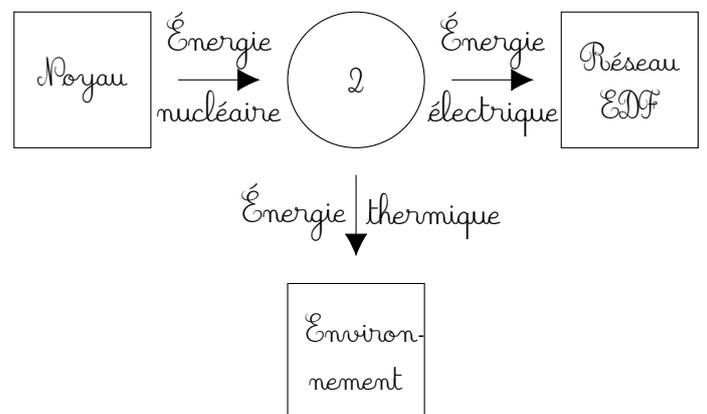
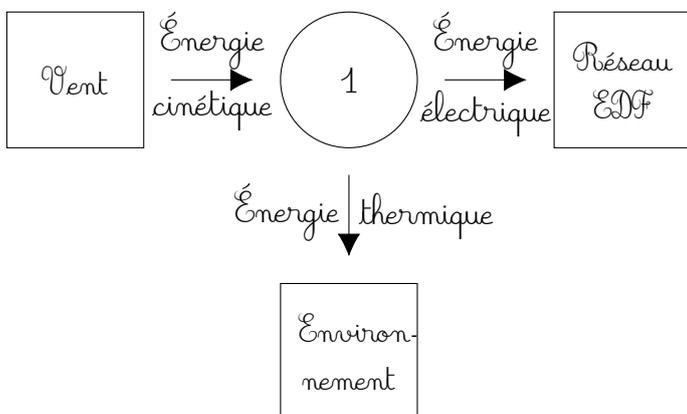
**Document n° 5** Les « convertisseurs » :

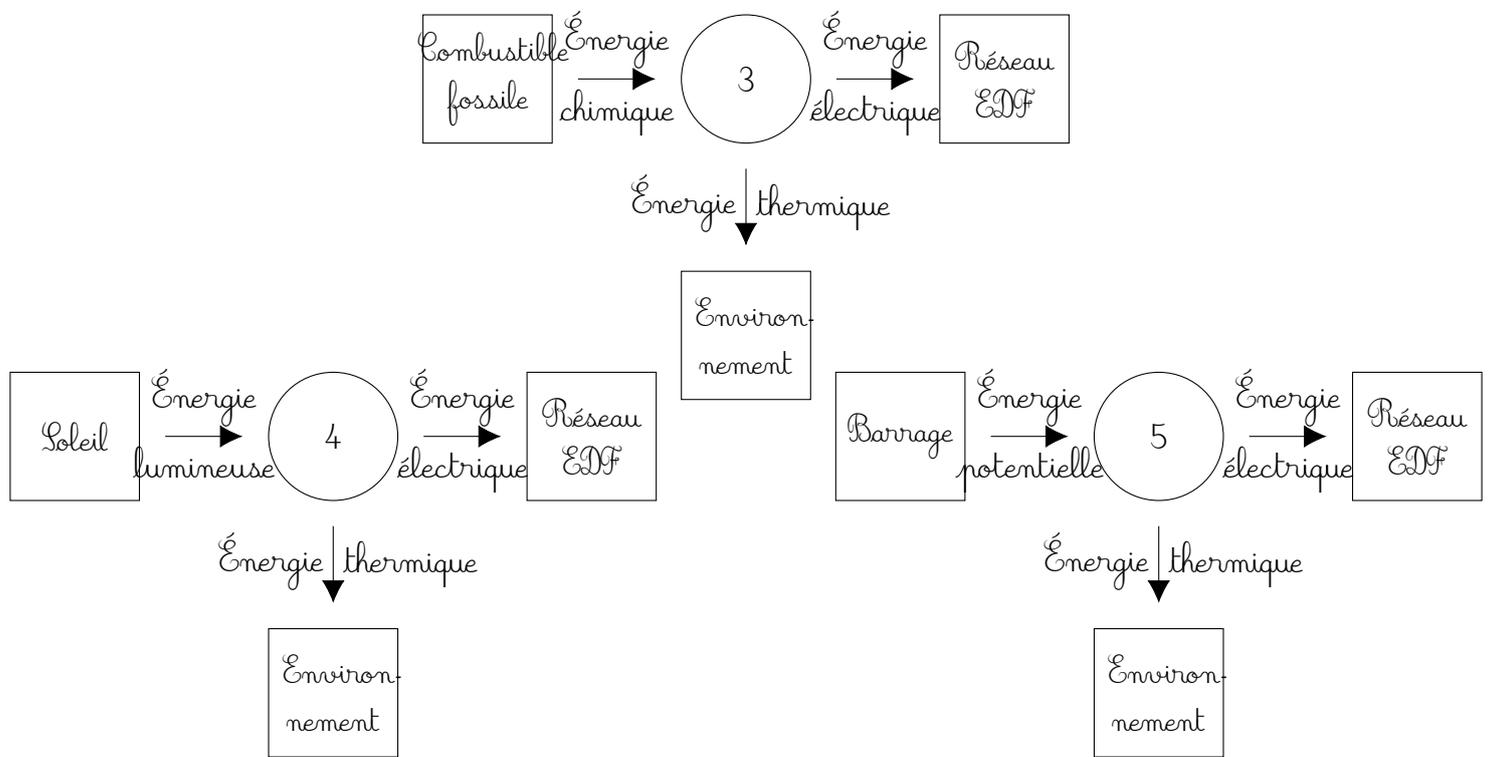
À placer dans les cercles !

Centrale thermique      Centrale solaire      Centrale hydroélectrique      Centrale nucléaire      Centrale éolienne



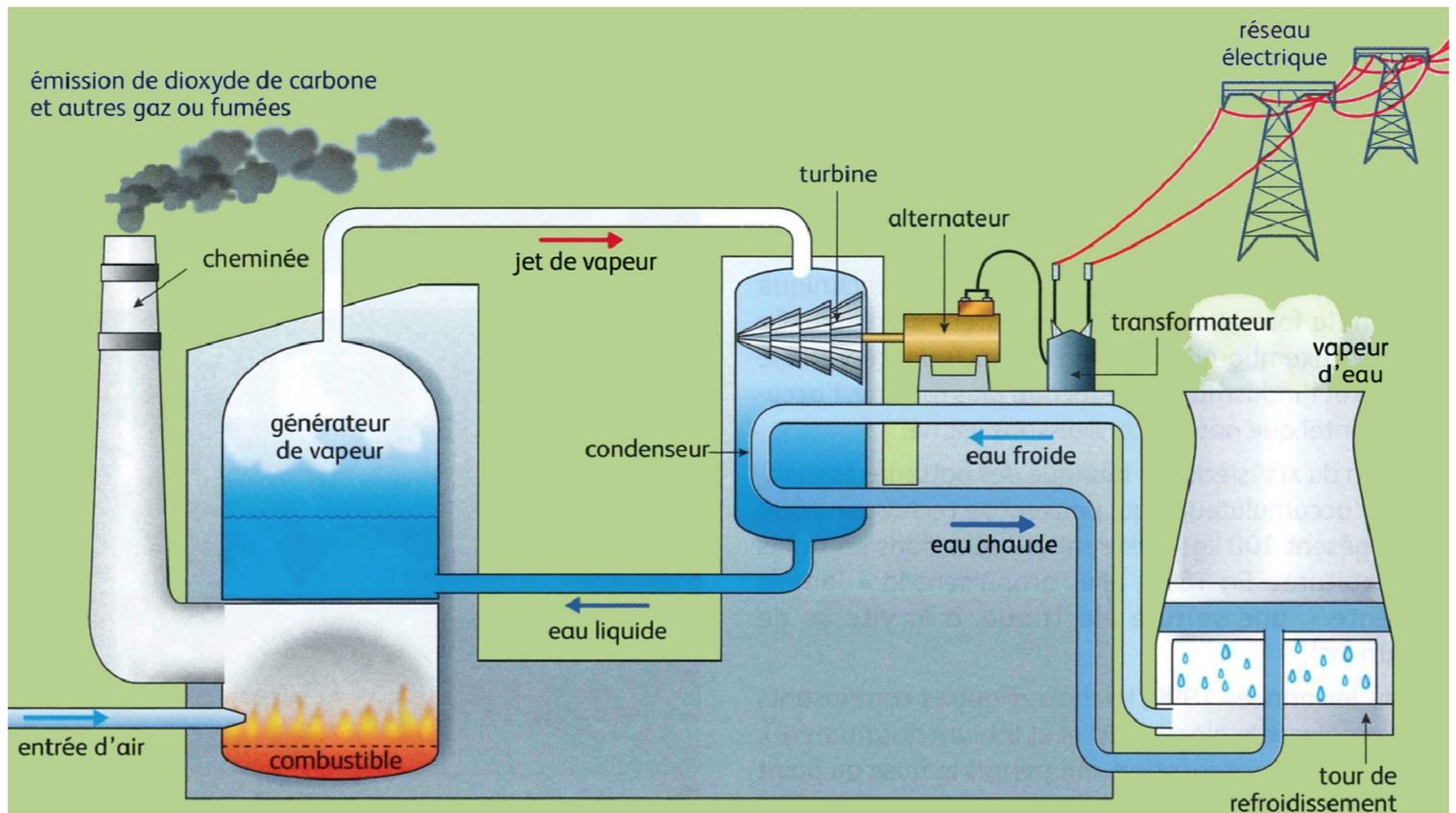
**Document n° 7** Les chaînes énergétiques, à compléter :





## 2 Quel est le principe d'une centrale thermique ?

Dans une centrale thermique à flamme, on brûle un combustible fossile, comme du charbon ou du fioul.



### 2.1 Découvrons le fonctionnement

La combustion dégage une grande quantité de *chaleur* utilisée pour chauffer de l'eau dans la chaudière (ou générateur de vapeur). On dispose alors de *vapeur d'eau*

sous pression. Cette vapeur sous pression fait tourner à grande vitesse une turbine. L'énergie thermique est donc transformée en énergie mécanique. Cette énergie

mécanique est ensuite transformée à son tour en énergie électrique via un alternateur. À la sortie de la turbine, la vapeur est refroidie pour se transformer en eau liquide au contact de parois froides (la tour de refroidissement) pour être renvoyée dans la chaudière où le cycle recommence. L'eau du circuit de refroidissement est prélevée grâce à des pompes sur un cours d'eau voisin et rejetée ensuite à une température légèrement supérieure.

## 2.2 Analysons le fonctionnement

1. Dressez la liste des sources d'énergie.

*Énergies chimique, thermique, mécanique, électrique.*

2. Dressez la liste des formes d'énergie.

*Combustible fossile, réseau électrique, environnement.*

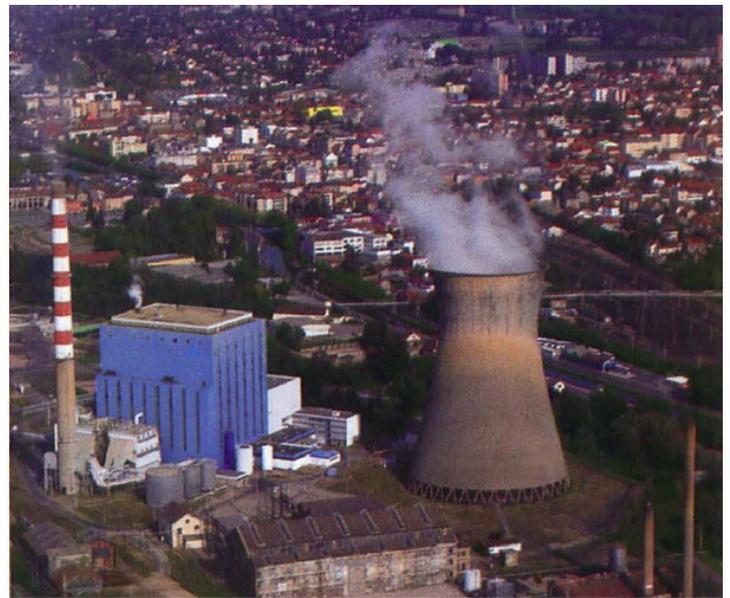
3. Quel est le rôle de l'alternateur ?

*L'alternateur convertit de l'énergie mécanique en énergie électrique.*

## 2.3 Les centrales thermiques du pays

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.

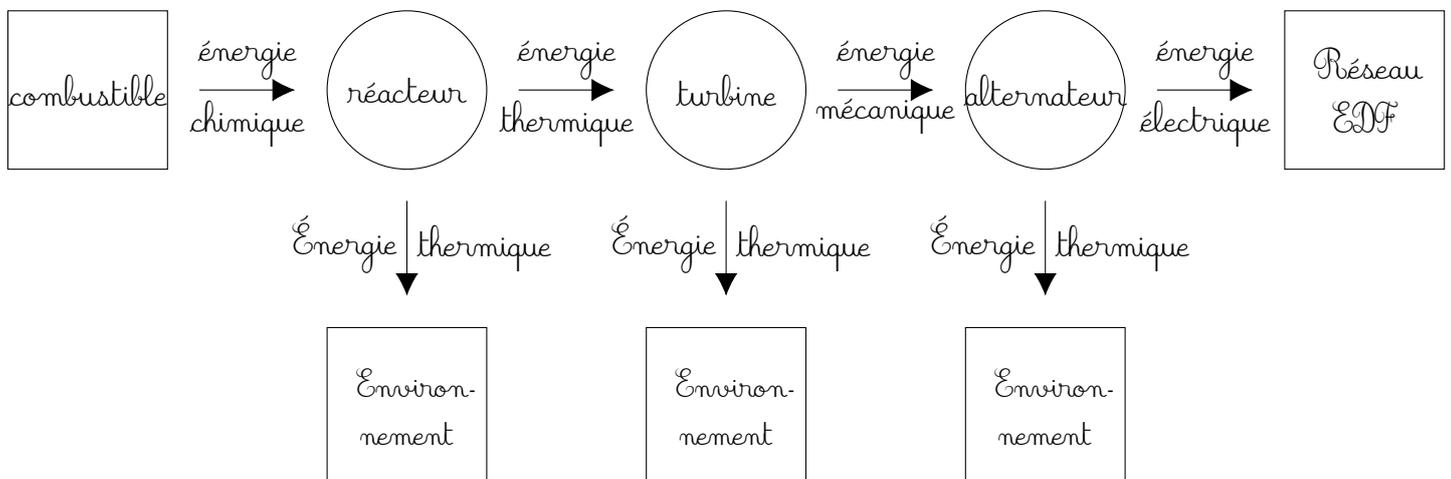
Ci-dessous, la centrale de Montceau-les-Mines en France.



## 2.4 La combustion est une transformation chimique

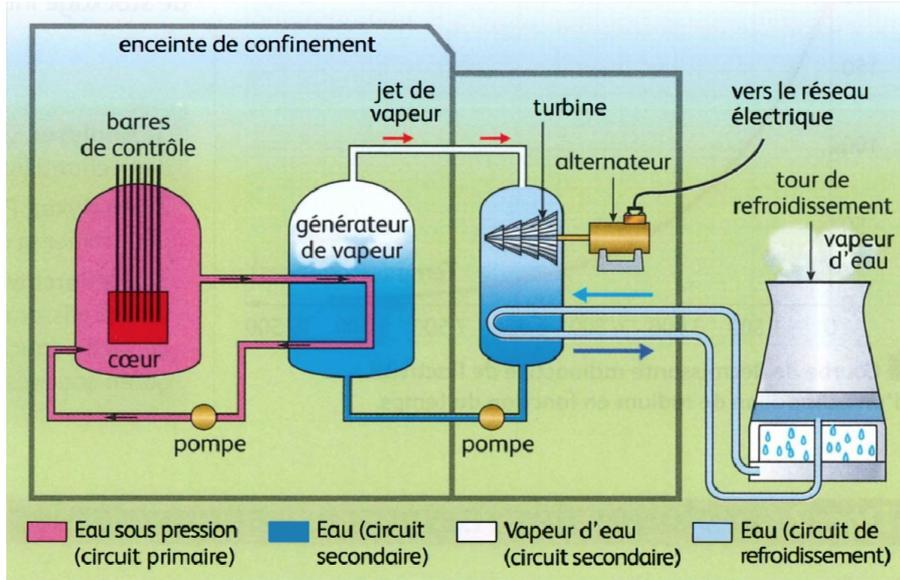
- Une combustion est la transformation chimique entre un combustible et un comburant (généralement le dioxygène  $O_2$  de l'air). Elle est à la base du fonctionnement d'une centrale électrique thermique à flamme.
- Le combustible peut être du gaz naturel, du fioul ou du charbon. Leur combustion produit du dioxyde de carbone  $CO_2$  et de l'eau  $H_2O$ .
- Lorsqu'une combustion n'est pas parfaitement maîtrisée, elle peut aussi libérer des polluants comme le monoxyde de carbone  $CO$ , des oxydes de soufre  $SO_x$ , des oxydes d'azote  $NO_x$  et des fumées.

Énergie libérée par la combustion d'un gramme de charbon : 30 kJ.



### 3 Quel est le principe d'une centrale nucléaire ?

Dans une centrale thermique à uranium, la transformation des noyaux des atomes au cœur du réacteur produit l'énergie.



#### 3.1 Découvrons le fonctionnement

Dans une centrale thermique nucléaire, l'énergie thermique libérée par la fission des noyaux d'Uranium est transférée à de l'eau qui est vaporisée. La vapeur entraîne une turbine qui actionne un alternateur produisant de l'énergie électrique.

#### 3.2 Analysons le fonctionnement

1. Quels points communs y a-t-il entre le fonctionnement d'une centrale thermique à combustible fossile et celui d'une centrale thermique à combustible nucléaire ?

Le générateur de vapeur, la turbine, l'alternateur, et la tour de refroidissement.

2. Quelles sont les différences ?

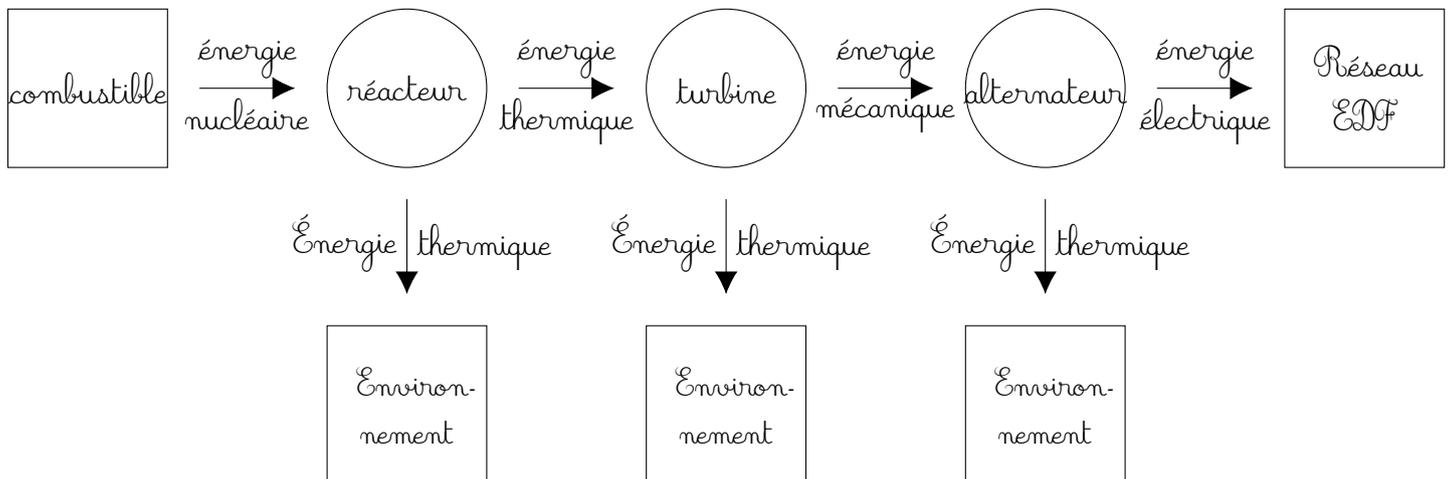
Le combustible n'est pas le même : combustible nucléaire à la place du combustible fossile « chimique ».

type de centrale ?

Energies nucléaire, thermique, mécanique, électrique.

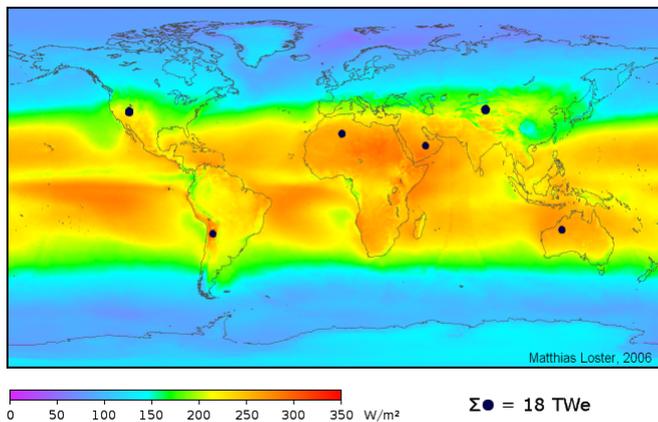
3. Quelles sont les formes d'énergie rencontrées dans ce

Énergie libérée par la fission d'un gramme d'uranium 235 : 72,6 MJ.



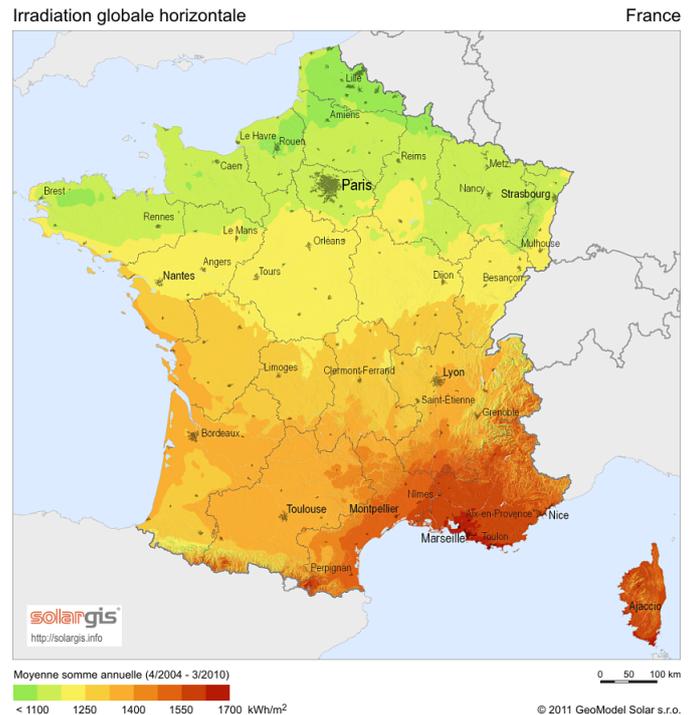
## 4 Le Soleil, source de rayonnement

- Le Soleil est le siège de transformations nucléaires qui libèrent de l'énergie.
- Cette énergie atteint la Terre sous forme de rayonnement solaire, ce qui apporte :
  - des rayons *infrarouges* et donc de l'énergie par transfert thermique ;
  - des rayons *visibles* et donc de l'énergie lumineuse.
- L'énergie lumineuse reçue est convertie en énergie *chimique* grâce au processus de la photosynthèse.
- Ainsi, le Soleil est à l'origine de presque toutes les ressources énergétiques exploitées sur Terre :
  - *biomasse* ;
  - *combustibles fossiles* ;
  - *solaire*...
- L'énergie solaire est considérée comme inépuisable (encore cinq milliards d'années) ;  
L'énergie que rayonne le Soleil se disperse dans tout l'espace, on n'en reçoit qu'un quart du milliardième ;  
70 % de cette énergie est absorbée et sert à maintenir constante (ou à peu près) la température de la Terre et fournit l'énergie de tout ce qui s'y passe, ou presque ;  
30 % de cette énergie est reflétée vers l'espace ;



L'énergie solaire totale absorbée par l'atmosphère terrestre, les océans et les masses continentales est approximativement de 3 850 000 EJ (Exajoules) par an ; en 2002, c'est plus d'énergie reçue en une heure que l'humanité n'en a utilisée pendant une année ;

En France, 10 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques produisent chaque année environ 1 000 kWh d'électricité, de sorte qu'une surface de 5 000 km<sup>2</sup> de panneaux (soit 1 % de la superficie) permettrait de produire l'équivalent de la consommation électrique du pays ;



Le parc photovoltaïque mondial représentait à la fin 2010 plus de 34 GW (Gigawatts), en augmentation de 70 % depuis 2009 ; l'énergie ainsi produite est d'environ 40 TWh (Terawattheure), soit 2,5/1000 de l'ensemble de l'électricité produite dans le monde (40 TWh contre 16 000 TWh) ;

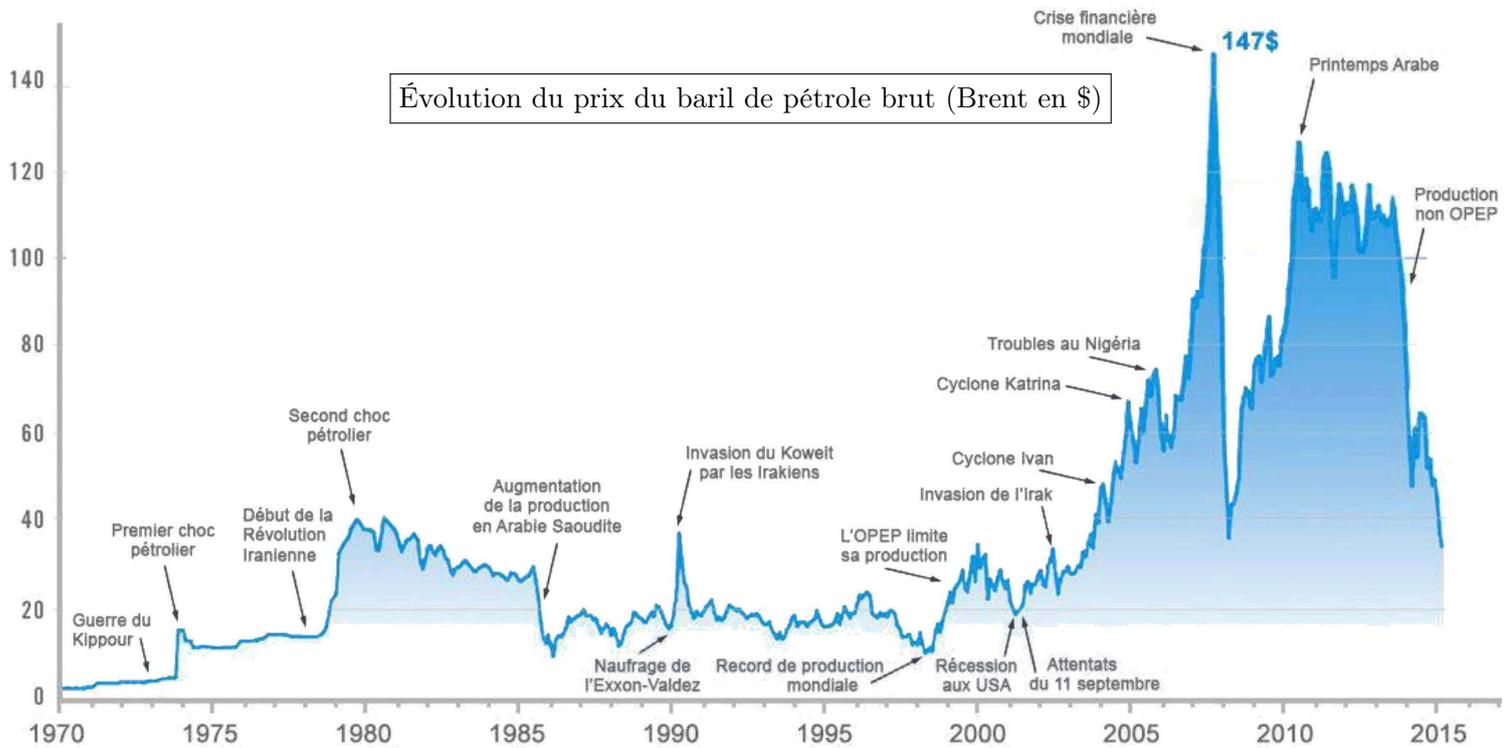
La surface des bâtiments en France reçoit quatre fois en énergie lumineuse l'équivalent du besoin en énergie de la France. Il y a donc un potentiel énorme même s'il serait inconcevable de recouvrir tous les toits de la France de capteurs solaires ;

L'irradiance solaire moyenne hors atmosphère est 1 367 W/m<sup>2</sup>. En tenant compte de l'alternance jour nuit, de la latitude, de l'altitude et des conditions climatiques, l'irradiance solaire varie de zéro à environ 1 000 W/m<sup>2</sup> au niveau du sol. En moyenne sur l'année, l'irradiance sur Terre est de 188 W/m<sup>2</sup>.

### • Les trois formes d'énergie solaire !

1. L'énergie solaire *passive* : l'énergie lumineuse pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres et est absorbée par les murs.
2. L'énergie solaire *thermique* : l'énergie lumineuse est transformée en énergie thermique c'est-à-dire en chaleur, typiquement dans un réseau de tuyaux dans lesquels circule un fluide caloporteur. Ce fluide cède ensuite son énergie dans un échangeur à de l'eau.
3. L'énergie solaire *photovoltaïque* : l'énergie lumineuse est captée par une cellule photovoltaïque, qui la convertit en énergie électrique.

## 5 Le pétrole, une forme d'énergie indispensable...

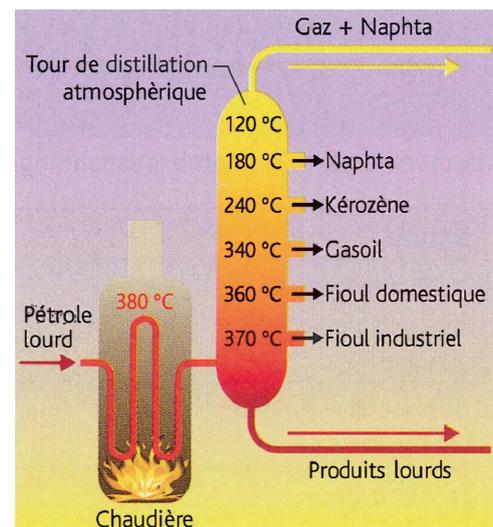


### 5.1 La raffinerie de pétrole

- Le pétrole brut est constitué du mélange d'espèces chimiques, dont la plupart sont des *hydrocarbures*
- Le pétrole n'est pas exploitable sous sa forme brute : il faut en *séparer* les constituants pour obtenir des stocks d'énergie chimique différents (essence, gasoil, gaz de ville, butane, etc.).
- La *distillation fractionnée* consiste à séparer les différentes espèces chimiques d'un mélange liquide grâce à la différence de leur température d'ébullition.



- Dans une raffinerie, on ne cherche pas à obtenir des produits purs, mais plutôt des *coupes*, c'est-à-dire des mélanges plus simples, constitués d'espèces aux caractéristiques homogènes.



### 5.2 La consommation de pétrole

Pour quantifier la consommation de pétrole brut, on utilise le baril comme unité de volume. Un baril correspond à 159 litres. Le « Brent » est le baril vendu à la bourse de Londres, provenant de dix-neuf champs pétroliers de mer du Nord (voir courbe ci-dessus).

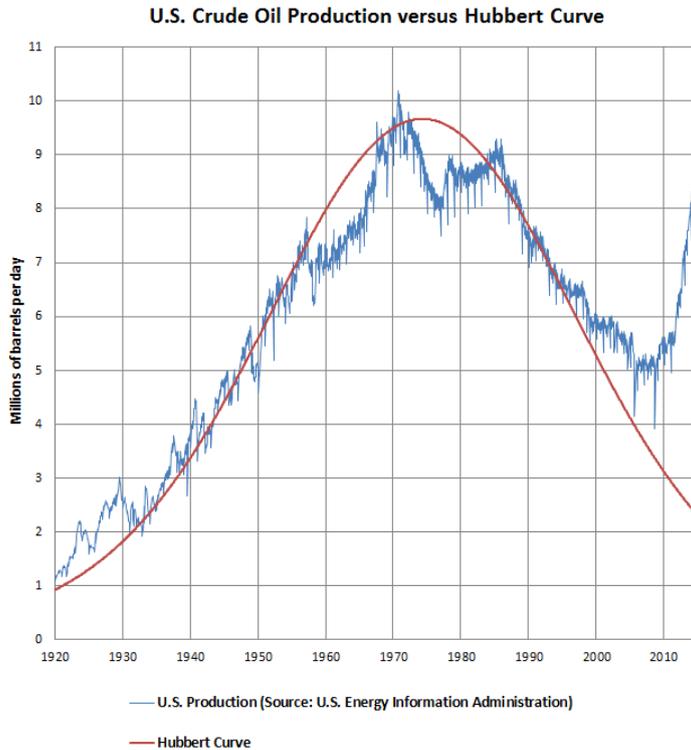
L'énergie susceptible d'être libérée par la combustion d'une tonne de charbon n'est pas égale à celle libérée par une tonne de pétrole. Pour comparer les différentes formes d'énergie, on utilise une unité commune, la tonne équivalent pétrole ou tep.

En moyenne, la consommation mondiale de pétrole croît de 1,5% par an.

### 5.3 Durées caractéristiques du pétrole brut

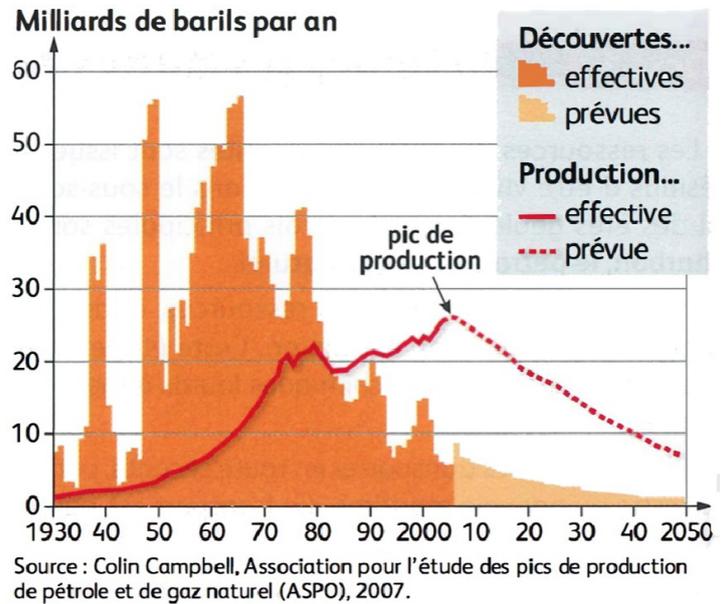
En 1940, le géologue américain M. K. HUBBERT a modélisé la production de pétrole. Les coordonnées du pic de production évoluent en fonction des améliorations techniques lors de l'extraction ainsi que des découvertes de nouveaux gisements exploitables.

Ci-dessous, la modélisation de la production des USA par le pic de Hubbert.



Cette modélisation permet de prévoir la production des décennies avant l'épuisement des gisements pétroliers.

La production de pétrole de la Norvège suit parfaitement le modèle du pic de Hubbert, alors que celle de l'Arabie saoudite n'y ressemble en rien.



En effet, la production dépend aussi de considérations économiques et géopolitiques :

- les compagnies exploitantes ne mettent un gisement en production que si le projet est rentable ; or, cette rentabilité dépend du prix de vente (le cours du baril) ;
- en publiant son chiffre de réserves, un pays producteur fait passer un message qui exprime son poids dans le monde énergétique ;
- Enfin, l'évolution de la consommation mondiale conditionne l'estimation des réserves.

L'estimation des réserves disponibles est donc très délicate.

En 1 siècle : population mondiale  $\times 4$  ET consommation d'énergie par personne  $\times 4$  !

On estime qu'il resterait entre 30 et 70 ans de durée d'exploitation du pétrole.

### Expérience de distillation fractionnée au laboratoire

- Introduire dans le ballon 25 mL de hexane et 25 mL de heptane. Placer l'éprouvette n° 1 en sortie du montage de distillation fractionnée.
- Noter les températures d'ébullition  $\theta_1$  et  $\theta_2$  des deux espèces chimiques, indiquées sur les flacons :

$$\theta_1 = 69 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{et} \quad \theta_2 = 98 \text{ }^\circ\text{C}$$

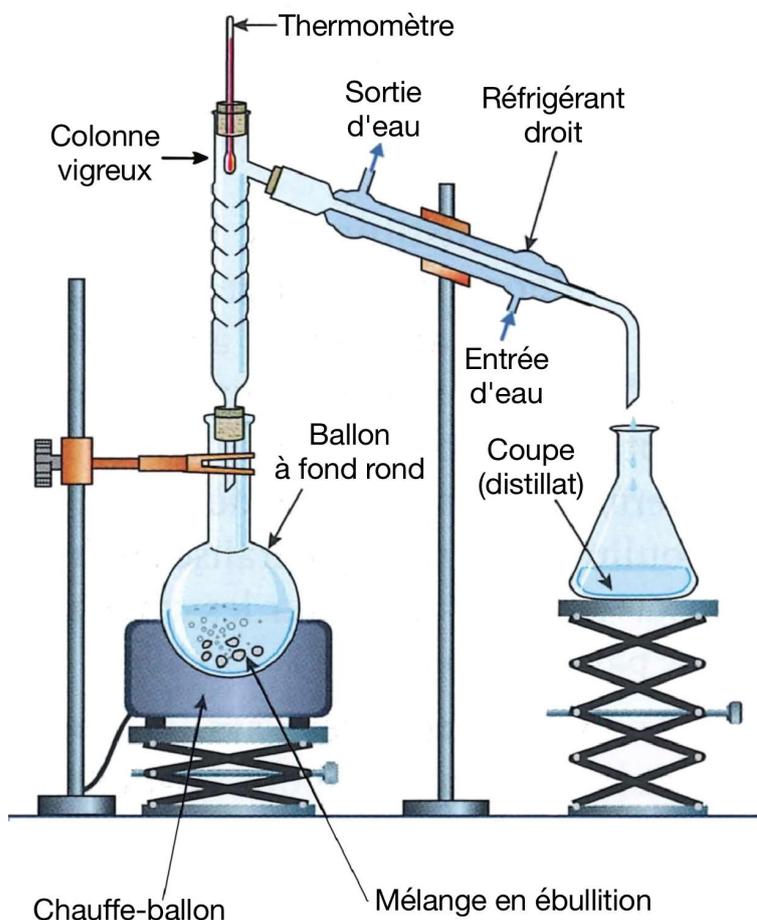
- Allumer le chauffe-ballon. Repérer la température  $\theta_1$  lorsque le premier distillat commence à s'écouler dans l'éprouvette.

$$\theta_1 = 69 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Lorsque la température augmente de nouveau, changer d'éprouvette pour la n° 2. Repérer la température  $\theta_2$  pour le deuxième distillat.

$$\theta_2 = 98 \text{ }^\circ\text{C}$$

- En comparant les mesures expérimentales aux données, préciser l'espèce distillée en premier (c'est l'hexane).



## Correction des exercices (de la séance n° 10)

### 10.1 Je fais le bilan de mes acquis

- $E = \mathcal{P} \times \Delta t$ , avec comme unités : joule (J) pour l'énergie  $E$ ; watt (W) pour la puissance  $\mathcal{P}$ ; et seconde (s) pour la durée d'utilisation  $\Delta t$ .
- Le kWh est une unité d'énergie.

### 10.2 Le four solaire d'Odeillo

- On fait l'hypothèse que le four solaire est à sa puissance maximale de 1 MW ( $10^6$  W) pendant 8 heures. Énergie en wattheure (Wh) :

$$\begin{aligned} E &= \mathcal{P} \times t \\ E &= 10^6 \times 8 \\ E &= 8 \times 10^6 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Conversion en kilowattheure (kWh) :

$$E = 8 \times 10^3 \text{ kWh}$$

On recommence le calcul de l'énergie en joule (J). Pour cela, il faut convertir la durée en seconde :

$$\begin{aligned} E &= \mathcal{P} \times t \\ E &= 10^6 \times 8 \times 3600 \\ E &= 2,88 \times 10^{10} \text{ J} \end{aligned}$$

Utilisation d'un multiple adapté et arrondi raisonnable :

$$E = 28,8 \times 10^9 \text{ J} = 29 \text{ GJ}$$

- Le four solaire ne fournit la puissance que 8 heures sur 24. La puissance moyenne sur une journée est donc en réalité de :

$$\frac{10^6}{24} \times 8 = 3,33 \times 10^5 \text{ W}$$

Il faut donc :

$$\frac{10^9}{3,33 \times 10^5} = 3000$$

fours solaires pour remplacer une centrale nucléaire.

- Le four solaire est une énergie renouvelable, gratuite mais de disponibilité intermittente et occupant beaucoup d'espace. Le réacteur nucléaire est une énergie non renouvelable, potentiellement dangereuse mais occupant peu d'espace, offrant plus de puissance et une disponibilité 24h/24 (hors périodes de maintenance).

### 10.3 Produire son électricité

- D'après le document, la consommation électrique an-

nuelle d'une famille de 4 personnes vaut « 2 500 kWh ». Cette valeur de 2500 kWh correspond à l'énergie consommée en un an.

- La chambre est éclairée avec une lampe à filament de 60 W pendant 1 heure. Le salon est éclairé avec une lampe fluocompacte de 15 W pendant 4 heures. La lampe du salon a consommé autant d'énergie que la lampe de la chambre.
- Voici la durée de fonctionnement nécessaire de différents appareils pour consommer 1 kWh. L'appareil qui a la puissance la plus élevée est le climatiseur (proposition 3, temps d'utilisation le plus faible pour consommer 1 kWh d'énergie).

## Exercices (pour la séance n° 12)

### 11.1 Les lampes basse consommation

#### Doc. 1 : Diminuer sa consommation électrique

Impossible de se passer de la lumière des lampes électriques : en moyenne, chaque ménage français a chez soi 25 points lumineux, achète 3 lampes par an et consomme entre 325 et 450 kWh par an pour son éclairage.

Diminuer cette consommation, c'est facile ! C'est une affaire de comportement : éteindre en quittant une pièce, valoriser la lumière du jour, choisir des abat-jour clairs, dépoussiérer les lampes...

C'est aussi une affaire d'équipement : trop gourmandes en énergie, les lampes à incandescence ne peuvent plus être mises sur le marché par les fabricants, seuls les stocks existants sont actuellement commercialisés. Des lampes plus économes et plus performantes sont disponibles à l'achat :

- les lampes fluo-compactes, appelées aussi basse

consommation (LFC ou LBC) ;

- les diodes électro-luminescentes ou LED ;
- les lampes halogènes.

D'après : Guide Ademe 2014 « bien choisir son éclairage »

#### Doc. 2 : Vous pensiez « watt » ? Passez au lumen !

Pour choisir une lampe à incandescence, vous utilisiez sa puissance électrique. La comparaison est compliquée avec les lampes plus performantes dont l'efficacité lumineuse change avec la puissance. L'augmentation de la quantité de lumière produite n'est plus directement proportionnelle à l'augmentation de puissance.

Il est plus judicieux de se laisser guider par le flux lumineux émis par une lampe, exprimé en lumen ou par l'efficacité lumineuse, en lumen par watt (plus l'efficacité lumineuse est grande plus la lampe émet de lumière pour la même consommation électrique).

D'après : Guide Ademe 2014 « bien choisir son éclairage »

#### Doc. 3 : Comparaison des types de lampe

	lampe LED	lampes fluo-compactes	lampe à incandescence
Type de lampe			
Flux lumineux (en lumen)	420	450	400
Puissance (en W)	6	9	40
Durée de vie (en h)	20 000	8000	1000
Prix d'achat (en €)	15	5	2

À l'aide des documents et de vos connaissances, répondez aux questions suivantes.

1. Citez la grandeur physique exprimée en kWh dans le document 1.

Proposez une autre unité pour cette grandeur.

2. Nommez la grandeur qui permet une comparaison pertinente des trois lampes.

3. Calculez l'efficacité lumineuse de chacune des lampes du document 3.

Justifiez alors l'interdiction totale depuis 2012 des lampes à incandescence.

4. En tenant compte du prix d'achat et de son remplacement, l'utilisation d'une lampe fluo-compacte a un coût de 33 euros pour une durée de fonctionnement de 20 000 h.

En approximant le prix du kWh à 0,10 €/kWh, déterminez quelle est la lampe la plus économique entre la LED et la fluo-compacte, pour une durée d'utilisation de 20 000 h.

## 11.2 Les énergies alternatives

### Doc. 1 – Sources d'énergie aux U. S.

« Lorsqu'on pense aux alternatives possibles au pétrole et aux autres combustibles fossiles, il importe de savoir comment les Etats-Unis consomment leur approvisionnement actuel. 5% du total environ est transformé pour fabriquer des engrais, des produits chimiques et des plastiques. Tout le reste est utilisé pour produire de l'énergie. Voici en gros la répartition de cette consommation :

- 28% pour le transport (essence et kérosène) ;
- 40% pour la production d'électricité ;
- 20% pour le chauffage (gaz naturel, charbon) ;
- 32% pour l'industrie.

La totalité dépasse 100% en raison de certains recouvrements : par exemple, une partie de l'électricité produite est utilisée par l'industrie. [...]

Tout aussi important (et intéressant) est le large spectre de l'origine des sources d'énergie des États-Unis :

- 29% proviennent du pétrole importé ;
- 11% proviennent du pétrole domestique ;
- 24% proviennent du charbon ;
- 19% proviennent du gaz naturel (méthane) ;
- 8% proviennent du nucléaire ;
- 8% proviennent d'autres sources (solaire, hydro-électrique, éolien, biomasse, géothermie).

[...] J'ai volontairement arrondi ces chiffres pour qu'ils soient plus faciles à retenir. »

Source : extrait du livre de R. A. MULLER (professeur de physique à l'université de Berkeley, Californie, USA) *Physics for Future Presidents*, (Custom Publishing, 2006).

À l'aide du document 1 (qui est extrait du livre de physique pour les futurs présidents des USA!) et de vos connaissances, répondre aux questions suivantes :

1. Préciser la part des énergies renouvelables et non renouvelables utilisées aux États-Unis, après avoir expliqué ce que signifie « renouvelable » et « non renouvelable ».
2. Discuter du bien-fondé de l'interdiction des véhicules à essence ou kérosène pour supprimer totalement l'émission du gaz à effet de serre CO<sub>2</sub>.

## 11.3 Produire son électricité avec le Soleil

### Doc. 1 – L'énergie solaire

Le Soleil est à l'origine de nombreuses ressources énergétiques exploitées sur Terre (énergie solaire, énergies fossiles ...). L'énergie solaire possède l'énorme avantage d'être inépuisable à l'échelle de la durée de vie du Soleil, soit 5 milliards d'années. En plus, elle est extraordinairement abondante, puisque l'irradiation que le Soleil fait parvenir sur la Terre chaque année représente plus de 10 000 fois la consommation mondiale actuelle d'énergie primaire, toutes formes et tous usages confondus.

Il existe de nombreuses façons d'utiliser efficacement l'énergie solaire directe pour nos besoins. [...] La plus connue est l'utilisation passive du soleil qui va, par exemple, réchauffer votre maison en passant par les fenêtres et en étant stockée dans les murs. Il est donc nécessaire pour optimiser cet apport gratuit de chaleur de renforcer l'isolation du bâtiment. L'énergie solaire va aussi permettre de chauffer de l'eau à destination des usages sanitaires ou du système de chauffage d'une maison grâce à des capteurs solaires thermiques. [...] Il est également possible de produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire en utilisant des panneaux photovoltaïques.

Source : <http://www.photovoltaique.info>

### Doc. 2 – Produire son électricité

En produisant de l'électricité chez vous, de façon décentralisée, modulable et non polluante, vous participez à la limitation des pollutions et des rejets de gaz à effet de serre. [...]

Jouez la carte du solaire !

C'est l'énergie renouvelable la plus facilement valorisable pour vous. [...] Le dispositif de production le plus courant est le solaire photovoltaïque. 25 m<sup>2</sup> de modules peuvent produire en un an l'équivalent de la consommation électrique (hors chauffage, cuisine et eau chaude) d'une famille de 4 personnes, soit environ 2 500 kWh.

La production électrique individuelle prend tout son sens quand elle s'intègre dans une démarche de maîtrise des consommations d'énergie : utilisation d'équipements électriques performants, suppression des veilles inutiles, habi-

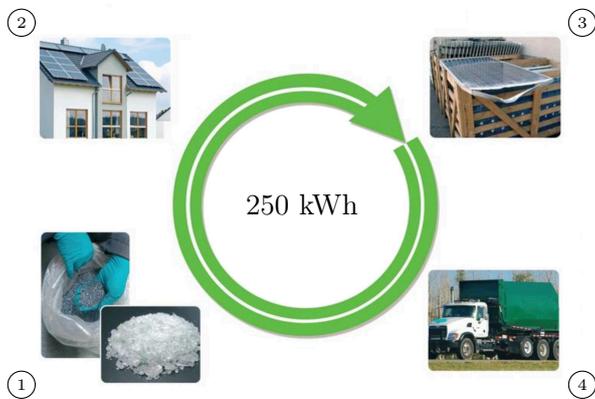
tudes d'économies d'énergie. Et tout cela, bien sûr, dans le cadre d'une maison énergétiquement performante.

C'est en général sur le toit de votre maison que vous trouverez la place nécessaire (10 à 30 m<sup>2</sup>) à l'installation de modules photovoltaïques. Mais vérifiez la bonne orientation de votre toit : au sud, c'est l'idéal (pour l'hémisphère Nord). Sud-est ou sud-ouest, c'est encore possible.

Source : <http://ecocitoyens.ademe.fr/mon-habitation/renover/produire-son-electricite>

### Doc. 3 – Les cellules photovoltaïques au silicium

Le rendement d'une cellule photovoltaïque au silicium reste faible, voisin de 15 %. Le silicium, abondant sur Terre, constitue 28 % de l'écorce terrestre. Son extraction, sa purification et la technologie mise en œuvre pour réaliser les cellules restent coûteuses. Ainsi, l'énergie nécessaire à la fabrication et au recyclage d'un panneau photovoltaïque est de 250 kWh :



- ① Fabrication de panneaux photovoltaïques (consommation d'énergie, utilisation de produits toxiques), transport et installation ;
- ② Utilisation de panneaux photovoltaïques, production d'énergie 100 kWh/an pour un panneau photovoltaïque ;
- ③ Collecte de panneaux photovoltaïques en fin de vie (désinstallation des panneaux et collecte) ;
- ④ Recyclage de panneaux photovoltaïques en fin de vie et réutilisation de matières premières.

### Questions

1. Le document 1 mentionne les énergies fossiles.
  - a. Citer deux sources d'énergie fossile.
  - b. Donner deux arguments en faveur d'une diminution de l'utilisation des énergies fossiles.

2. D'après le document 2, la consommation électrique annuelle d'une famille de 4 personnes vaut « 2 500 kWh ». Répondre à la question 2 sur l'annexe à rendre avec la copie.
3. Le document 1 différencie trois types d'énergie solaire : le solaire passif, le solaire thermique et le solaire photovoltaïque. Répondre à la question 3 sur l'annexe à rendre avec la copie.
4. D'après le document 3 :
  - a. Quelle est la quantité d'énergie produite par un panneau photovoltaïque au bout d'un an ?
  - b. Au bout de combien d'années un panneau photovoltaïque est-il rentable d'un point de vue énergétique ?
5. Dans le document 2, on peut lire que les panneaux photovoltaïques permettent de produire de l'électricité de « manière non polluante ». Commenter et critiquer cette phrase en utilisant les documents et en vous appuyant sur vos connaissances.

### Annexe – À rendre avec la copie ;-)

#### Question 2

La valeur 2500 kWh correspond à :

*Cocher uniquement la réponse exacte*

- l'énergie consommée en une heure.
- la puissance consommée en une heure.
- l'énergie consommée en un an.
- la puissance consommée en un an.

#### Question 3

Dans une maison exposée plein sud équipée de panneaux photovoltaïques et de capteurs solaires thermiques, l'énergie solaire utilisée pour faire fonctionner un téléviseur est :

*Cocher uniquement la réponse exacte*

- le solaire thermique.
- le solaire passif.
- le solaire photovoltaïque.
- aucun des trois.