

7

ÉNERGIE

**Tu ne manques
pas d'énergie!**





En pensant à la vie quotidienne, trouve des situations où tu utilises de l'énergie.
Pour chaque situation, note le type d'énergie utilisée et d'où elle vient.

D'après toi, qu'est-ce que l'énergie ?

Vos propositions

La fabuleuse histoire de la sciences

Qu'est-ce que l'énergie ?

Tu vas regarder un documentaire qui retrace les grandes étapes liées à la découverte de différentes énergies.

Tu devras prendre des notes sur une feuille A4.

Pour te guider dans ta prise de note, sois attentif :

- Aux noms des scientifiques et des personnages liés aux grandes découvertes sur l'énergie.
- Aux différentes formes d'énergie citées tout au long du reportage.
- Aux deux principes de la thermodynamique.
- A tous les autres éléments intéressants et pertinents.

L'énergie et sa conservation

L'énergie est difficile à définir. Malgré tout, on sait que :

- l'énergie peut prendre des formes différentes, on dit qu'elle se transforme ;
- l'énergie peut être transférée d'un objet à un autre ;
- l'énergie peut être stockée ;
- l'énergie est une quantité mesurable.

Elle est régie par un principe de conservation

« L'énergie n'est ni créée, ni détruite ».

L'énergie ne peut être que transférée d'un dispositif à un autre ou changée de forme dans un dispositif.

Modes de transfert

Le transfert de l'énergie d'un composant à un autre ou au milieu environnant peut se faire selon l'un des quatre modes suivants :

- transfert mécanique, noté $TR_{méca}$
- transfert électrique, noté $TR_{élec}$
- transfert thermique, noté TR_{therm}
- transfert par rayonnement de lumière, noté TR_{ray}

UN PEU D'HISTOIRE

C'est au 18^e siècle que fut développée la **machine à vapeur** qui transforme la chaleur (énergie thermique) en travail (énergie mécanique).

En 1765, **James Watt** améliore le système et dépose un brevet pour produire ses machines en quantité. Dès lors, la question de la transformation de différentes formes d'énergie et de leur équivalence sera un sujet d'étude et d'expérimentation.

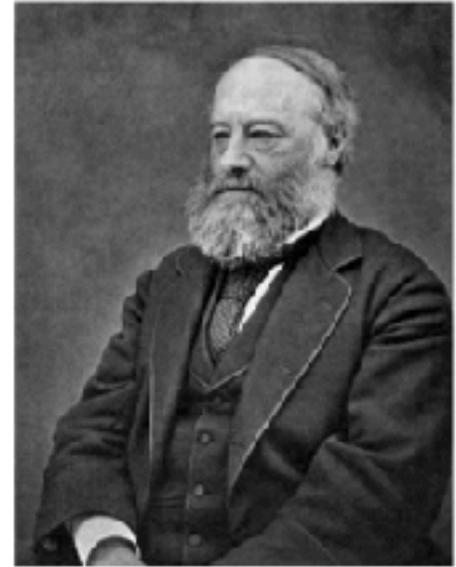
James Prescott Joule travaillera à trouver une équivalence entre l'énergie mécanique (mesurée en Joule) et la chaleur (mesurée à l'époque en calorie). Grâce à ses expérimentations, il obtiendra en 1845, le premier équivalent mécanique de la chaleur, soit 4,41 joules qui équivaut à une calorie (la valeur officielle est actuellement: 4,18 joules pour une calorie).

C'est à cette période qu'il établira avec d'autres physiciens le premier principe de la thermodynamique: la conservation de l'énergie.

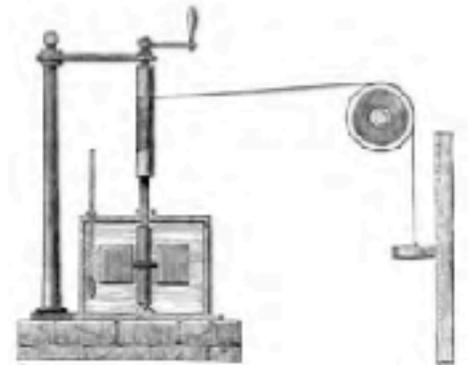
**Toutes les formes d'énergie (mécanique, électrique, chimique,...)
peuvent se transformer les unes dans les autres,
mais l'énergie totale reste constante.**

En 1905, **Albert Einstein** apportera la dernière pierre à l'édifice en montrant que la masse elle-même peut être considérée comme équivalente à de l'énergie:

$$E = m \cdot c^2$$



James Prescott Joule



L'appareil qui a permis à Joule de mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur

Comment reconnaître les modes de transfert de l'énergie ?

On identifie les modes de transfert en observant ce qui se manifeste lors du transfert de l'énergie entre deux composants.

**Ce qui se manifeste lors du transfert d'énergie
entre les deux composants**

**Mouvement résultant des forces exercées par l'un des
composants sur l'autre**

Exemple : mouvement
d'une hélice sous l'effet du
vent



**Mode du transfert de l'énergie
entre les deux composants**

Transfert mécanique
($TR_{méca}$)

Manifestations d'un courant électrique

Exemple : moteur électrique
en fonctionnement



Transfert électrique
($TR_{élec}$)

Augmentation de la température de l'un des composants (ou du milieu environnant)

Exemple: cuillère chauffée par un thé chaud



Transfert thermique
(TR_{therm})

Manifestations lumineuses

Exemple: émission de lumière par un écran d'ordinateur



Transfert par rayonnement de lumière
(TR_{ray})

Diagramme d'énergie

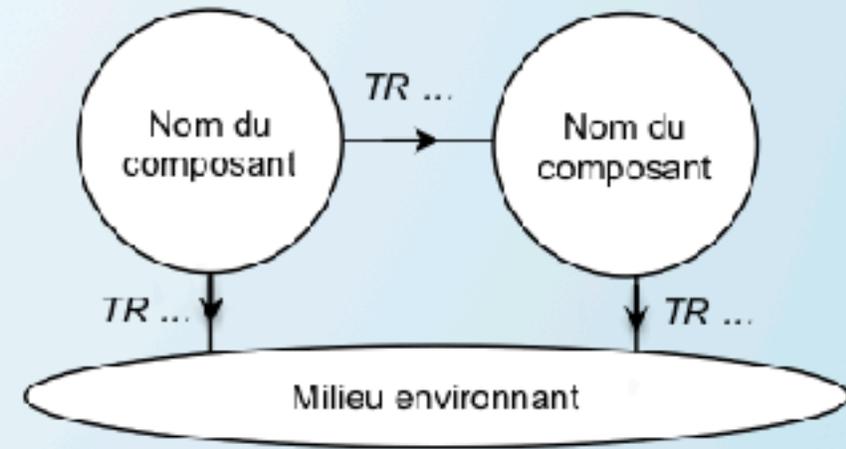
Comme la fonction de chaque composant d'un dispositif correspond à l'un des quatre modes de transfert de l'énergie, on peut remplacer le nom de chaque fonction par le nom du transfert d'énergie correspondant :

- **fait avancer, tourner, monter, déforme, entraîne** $TR_{méca}$
- **alimente** $TR_{élec}$
- **chauffe** TR_{them}
- **éclaire** TR_{ray}

Dans le cadre de ce modèle, les « fuites » évoquées précédemment sont interprétées par des **transferts inutiles** d'énergie vers le milieu environnant. Les autres actions sont interprétées, elles, en termes de **transferts utiles** d'énergie.

L'énergie n'étant jamais perdue, il est plus pertinent de parler de fuites d'énergie que de pertes.

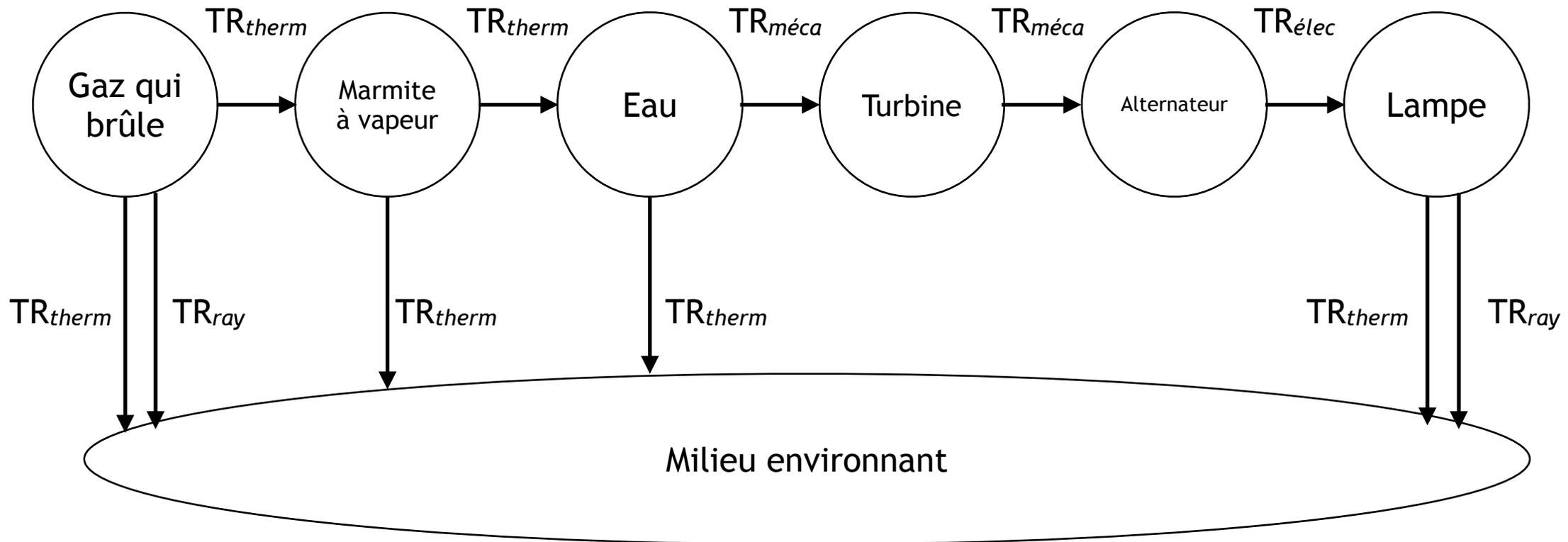
Etape 3





Centrale à gaz expérimentale

Exemple, pp.24-25

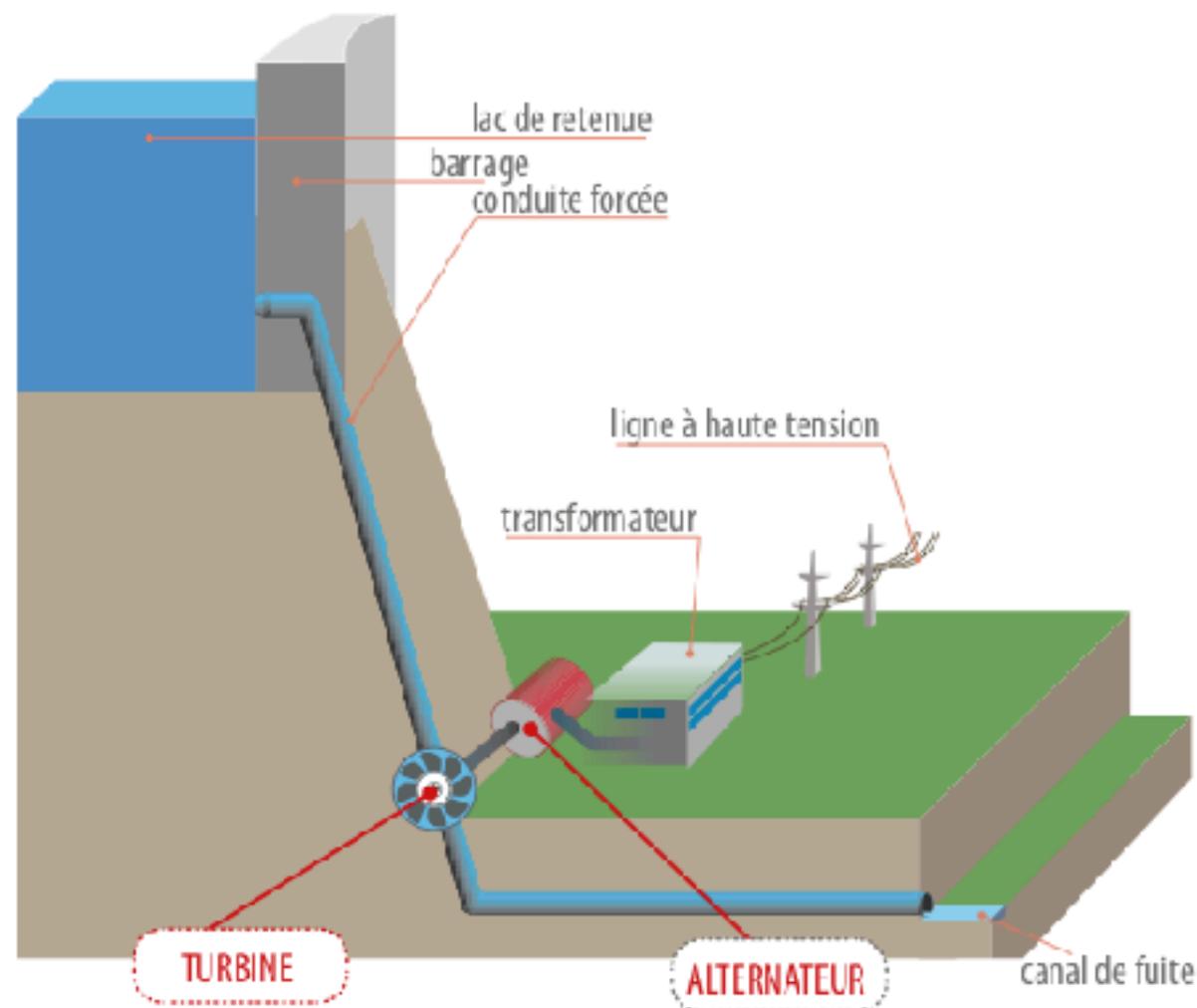


Exercice 1

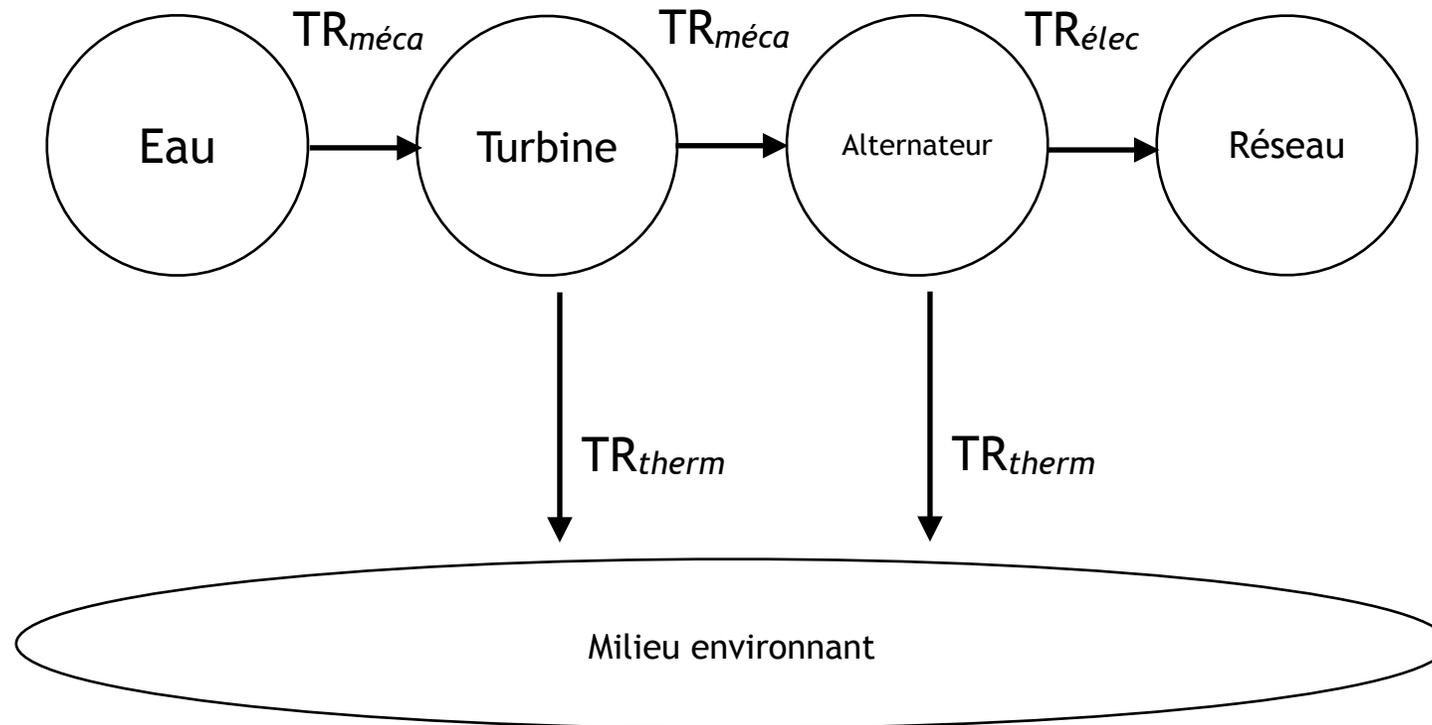
Centrale hydroélectrique

Voici le schéma de principe du fonctionnement d'une centrale hydroélectrique.

- ~~a) A partir de ce schéma de principe, établis le diagramme de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique.~~
- b) A partir du diagramme de fonctionnement, établis le diagramme d'énergie d'une centrale hydroélectrique.



Correction exercice 1 b)



La turbine et l'alternateur chauffent le milieu environnant (l'eau qui s'écoule également, mais dans une moindre mesure).

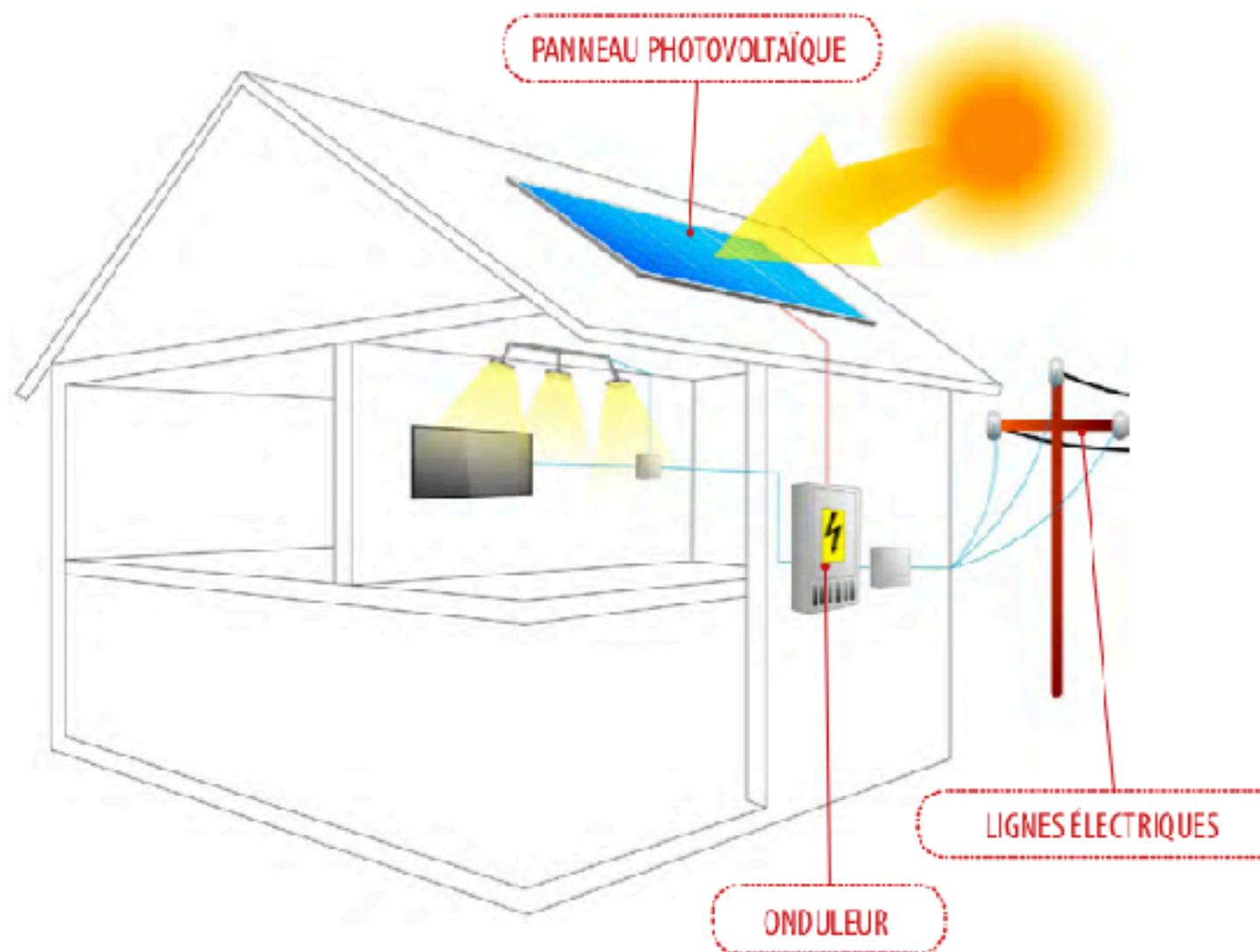
Les transferts thermiques vers le milieu environnant sont des transferts inutiles d'énergie.

Exercice 2

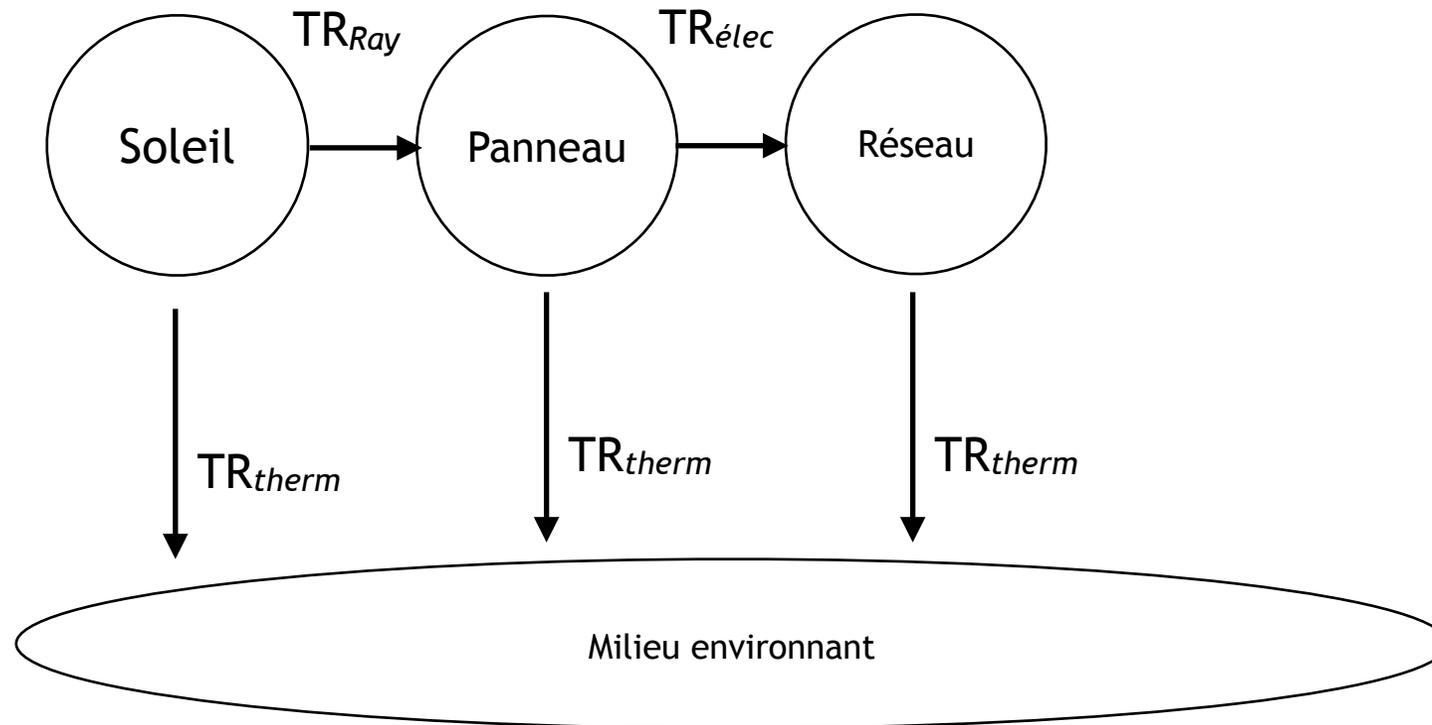
Installation solaire photovoltaïque

Voici le schéma de principe du fonctionnement d'une installation photovoltaïque.

- ~~a) A partir de ce schéma de principe, établis le diagramme de fonctionnement d'une installation photovoltaïque.~~
- b) A partir de son diagramme de fonctionnement, établis le diagramme d'énergie d'une installation photovoltaïque.



Correction exercice 2 b)



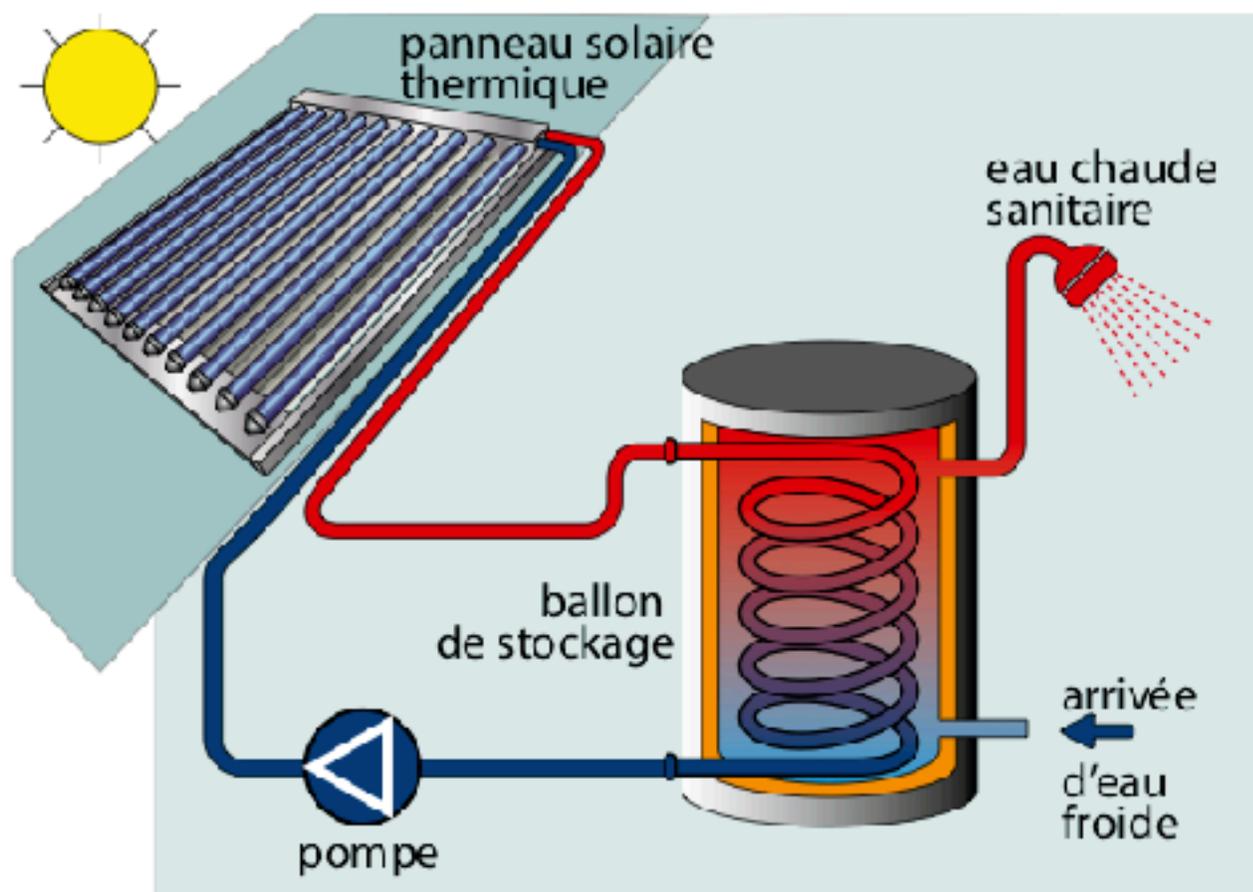
Les transferts thermiques vers le milieu environnant sont des transferts inutiles d'énergie.

Exercice 3

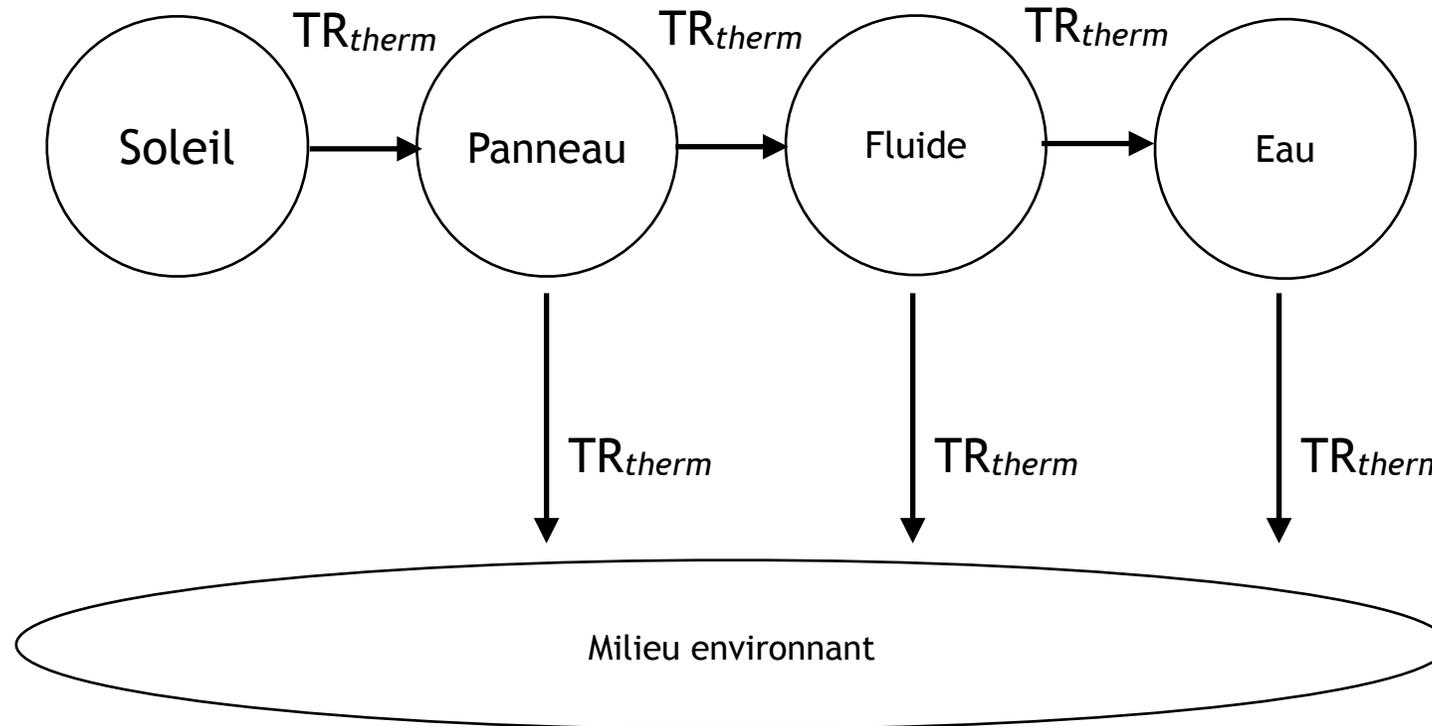
Chauffage solaire de l'eau

Voici le schéma de principe du fonctionnement d'une installation de chauffage solaire.

- ~~a) A partir de ce schéma de principe, établis le diagramme de fonctionnement d'une installation de chauffage solaire.~~
- b) A partir de son diagramme de fonctionnement, établis le diagramme d'énergie d'une installation de chauffage solaire.



Correction exercice 3 b)



Ce diagramme ne tient pas compte de la pompe qui permet de mettre en mouvement le fluide dans le circuit. La pompe nécessite de l'énergie électrique pour son fonctionnement.

Les transferts thermiques vers le milieu environnant sont des transferts inutiles d'énergie.

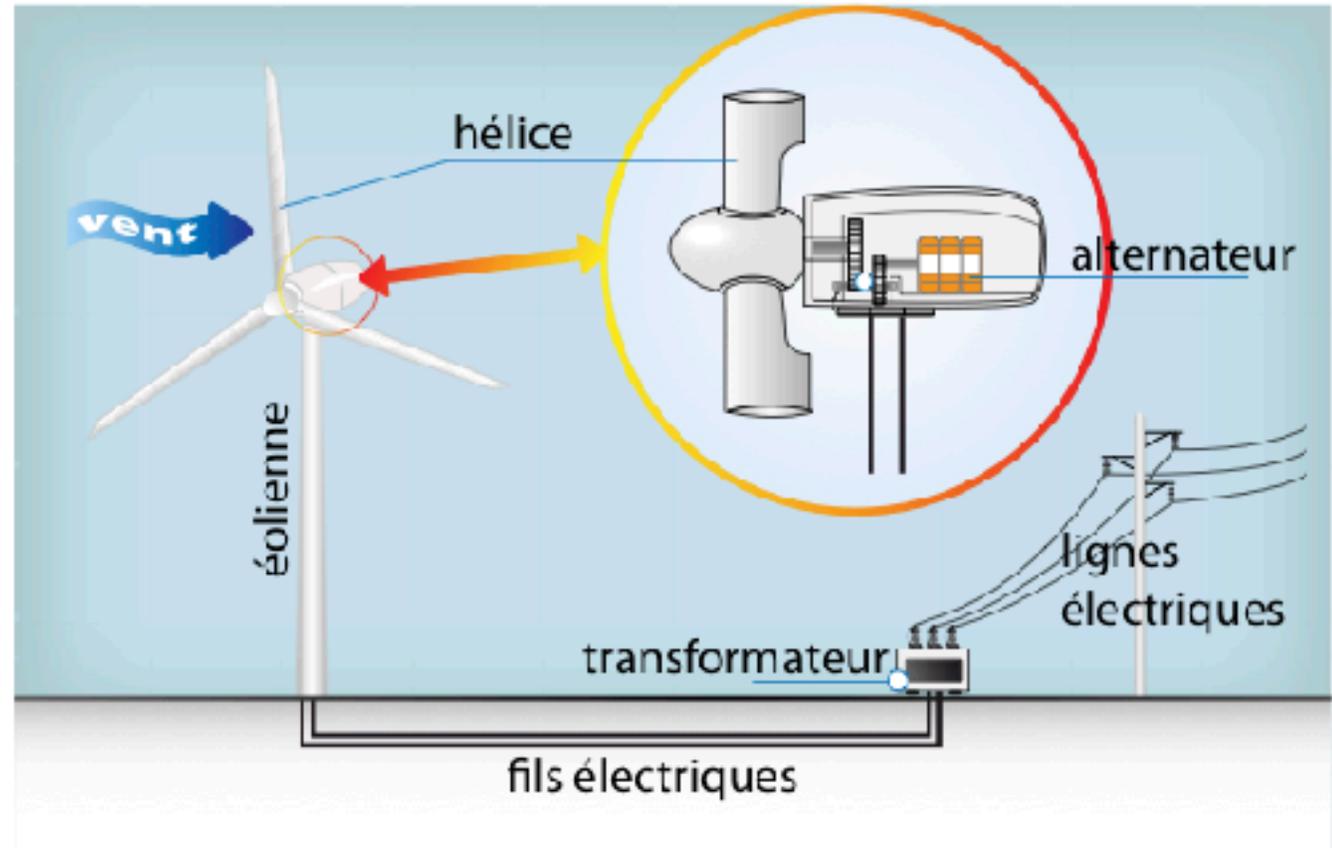
Exercice 4

Eolienne

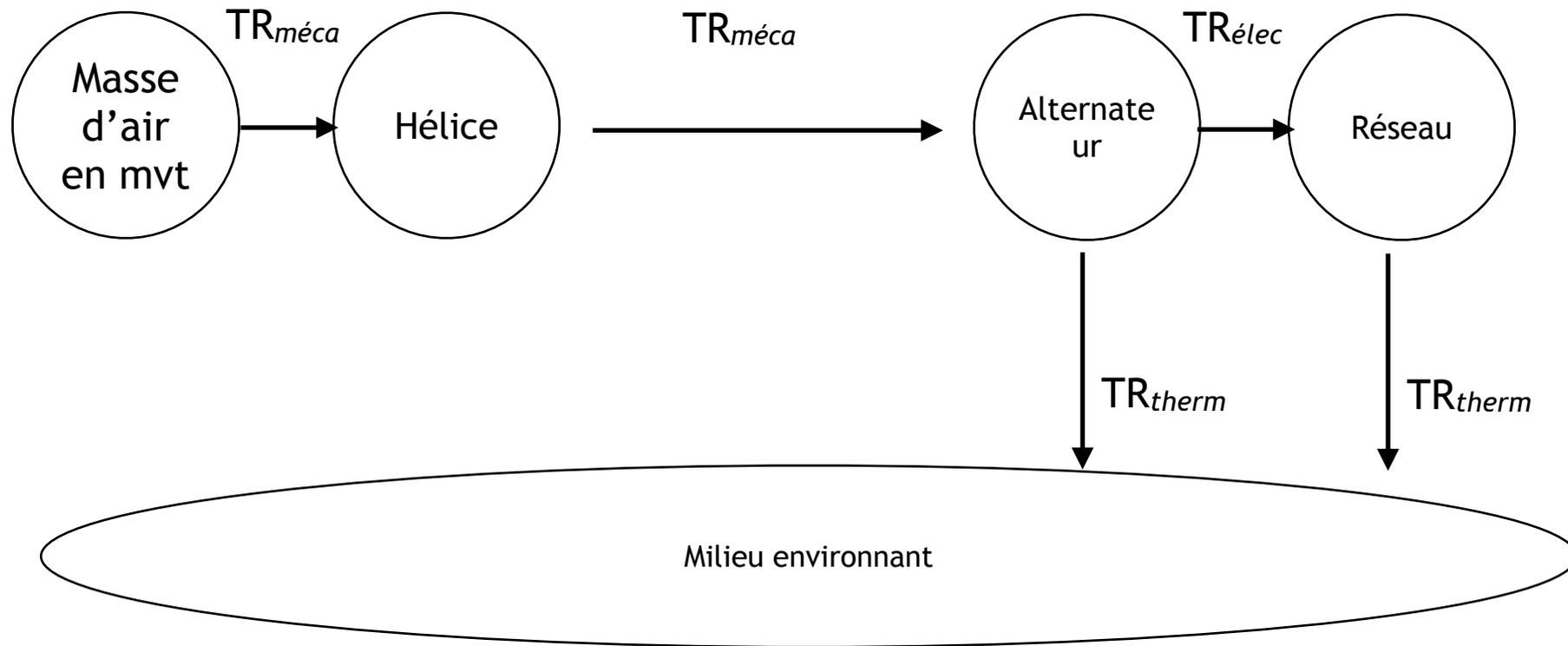
Voici le schéma de principe du fonctionnement d'une éolienne.

~~a) A partir de ce schéma de principe, établis le diagramme de fonctionnement d'une éolienne.~~

b) A partir de son diagramme de fonctionnement, établis le diagramme d'énergie d'une éolienne.



Correction exercice 4 b)



Les pales de l'hélice chauffent (sous l'effet du frottement des masses d'air en mouvement) et chauffent le milieu environnant, mais dans une moindre mesure.

Les transferts thermiques vers le milieu environnant sont des transferts inutiles d'énergie.

Activité 2, p.7

Le rayonnement thermique Qu'est-ce que c'est ?

Situation 1

Une boîte de conserve peinte en noir est remplie d'eau très chaude. Tu places tes mains à 5 centimètres à côté de la boîte.

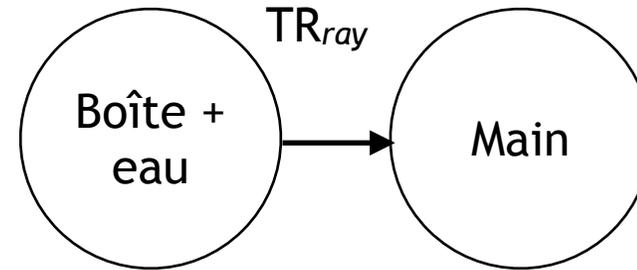
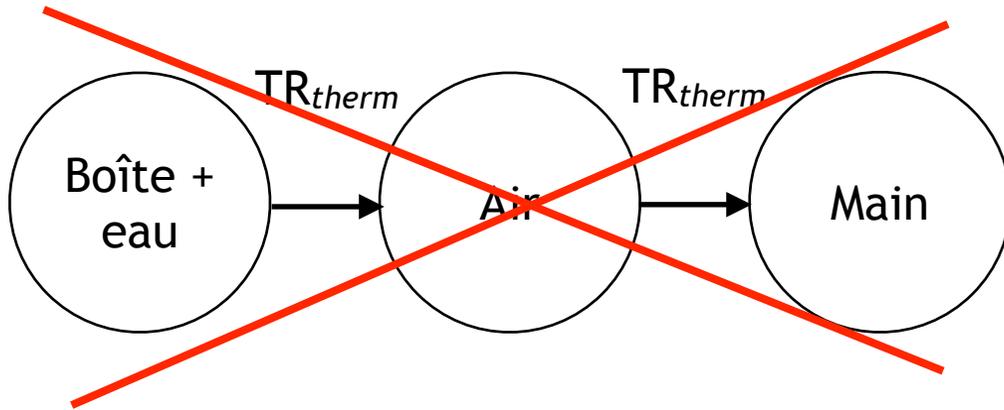


Activité 2, p.7

Le rayonnement thermique Qu'est-ce que c'est ?

Situation 1

Une boîte de conserve peinte en noir est remplie d'eau très chaude. Tu places tes mains à 5 centimètres à côté de la boîte.



- L'échauffement des mains ne peut pas être un transfert thermique d'énergie de l'air vers les mains en contact avec lui, **car il faudrait que l'air soit à une température supérieure à celle des mains, or ce n'est pas cas.**
- Il y a donc un transfert d'énergie par rayonnement de la boîte chaude vers les mains vu que ce mode de transfert peut se faire à distance.

Questions

Pourquoi l'air reste-t-il « frais » à quelques centimètres de la paroi latérale de la boîte, alors que la boîte est très chaude ?

Justifie ton hypothèse.



Je retiens de cette expérience

Le rayonnement thermique Qu'est-ce que c'est ?

Situation 1

Une boîte de conserve peinte en noir est remplie d'eau très chaude. Tu places tes mains à 5 centimètres à côté de la boîte.

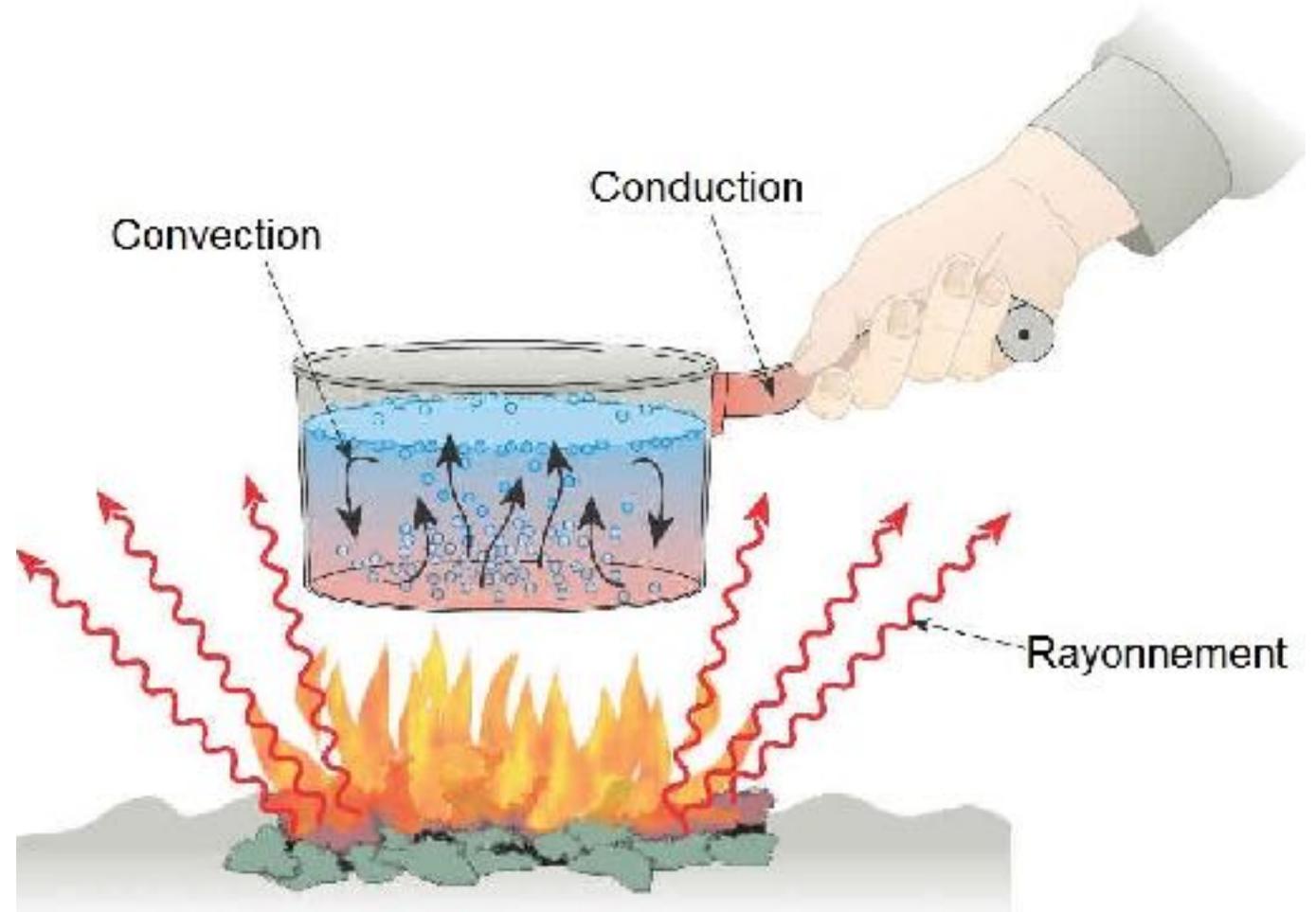


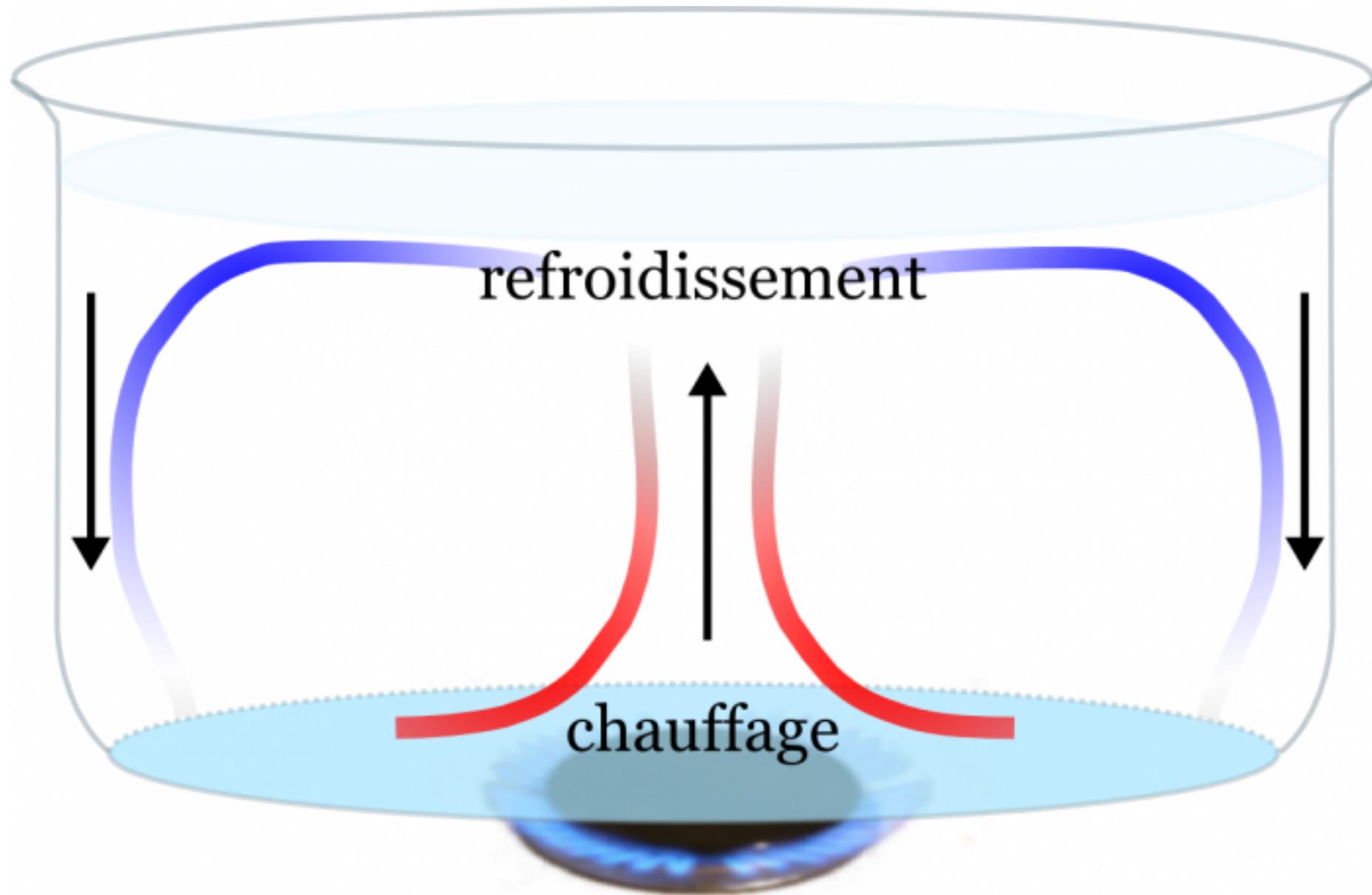
- Tout objet émet du rayonnement infrarouge (IR). Ce rayonnement est d'autant plus important que l'objet est plus chaud. Il est possible de mesurer la température d'un objet à l'aide d'un thermomètre infrarouge (IR).
- Le rayonnement IR est invisible à l'oeil nu. Il obéit aux mêmes lois que la lumière visible.

Transfert thermique

On distingue 3 types de transfert thermique :

1. Conduction
2. Convection
3. Rayonnement







CONDUCTION

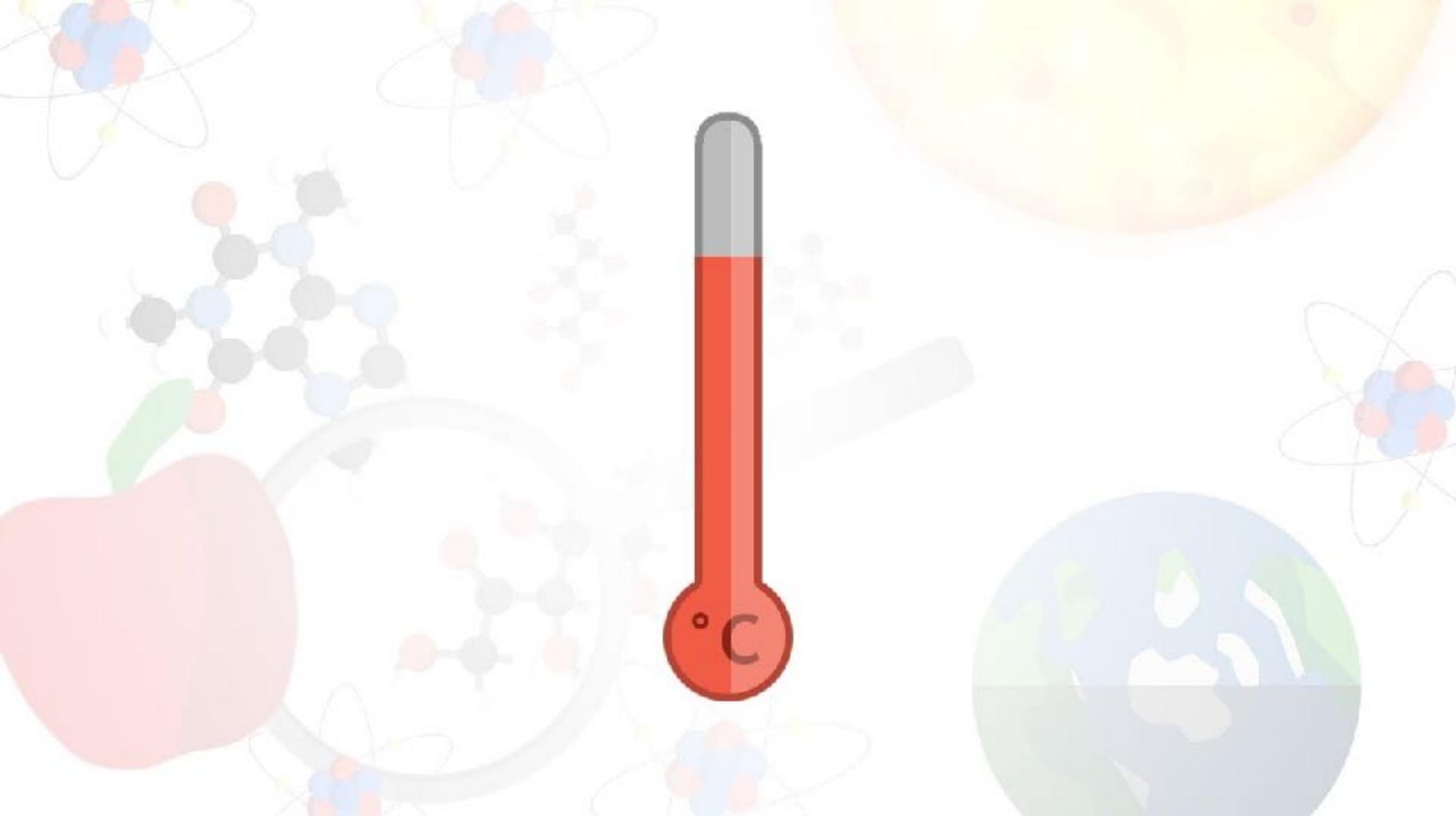


CONVECTION



RAYONNEMENT





Principe d'égalisation des températures, transfert d'énergie thermique

Lorsque deux corps sont mis en contact, leurs températures s'égalisent après un temps plus ou moins long. Le corps le plus froid se réchauffe (sa température augmente) et le corps le plus chaud se refroidit (sa température baisse). De l'énergie thermique est transférée du corps le plus chaud au corps le plus froid. Lorsque la température des deux corps est la même, le transfert cesse.

Exemple

Lorsque nous touchons un objet dont la température est plus basse que celle de notre main, de l'énergie thermique est transférée de notre main à l'objet. L'objet se réchauffe, la main se refroidit, et nous éprouvons une sensation de froid.

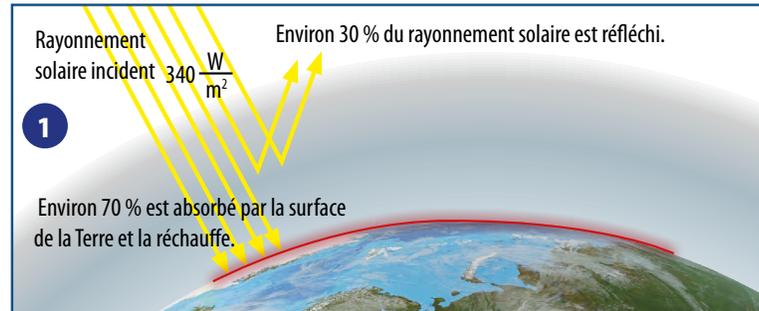
Le rayonnement thermique Effet de serre

Lis le texte et réponds aux questions A effectuer sur une feuille annexe

1 Une grande partie du rayonnement solaire traverse l'atmosphère et est absorbé par le sol qui se réchauffe.

2 Le sol chaud émet du rayonnement infrarouge (IR) vers l'atmosphère.

Ce rayonnement IR est absorbé par les gaz à effet de serre (GES) et réémis vers le sol pour une partie et vers l'espace pour

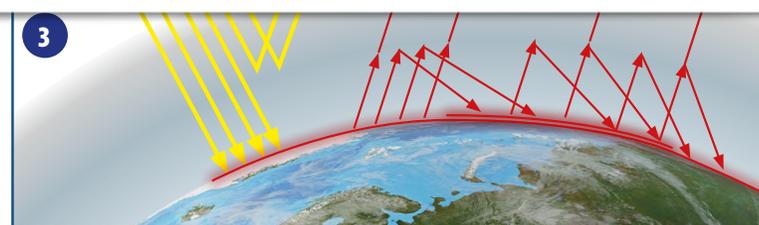


Questions

- Explique l'effet de serre avec tes propres mots.
- Quels sont les principaux gaz à effets de serre ?
- Quelles seraient les conséquences pour la Terre s'il n'y avait pas d'effet de serre ?
- Quelles sont les conséquences d'une augmentation de la concentration des gaz à effets de serre dans l'atmosphère terrestre ?

le rayonnement infrarouge émis par le sol repartirait vers l'espace. L'atmosphère serait alors très inhospitalière pour la vie ;

- l'effet de serre permet à la Terre d'avoir une température moyenne de $15^{\circ}C$. **C'est donc un phénomène naturel qui a favorisé l'apparition de la vie sur terre et sa diversité.**
- L'accroissement de l'activité humaine depuis deux siècles a pour conséquence l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, dont certains sont très efficaces même en petite quantité. Ce surplus artificiel d'effet de serre intensifie le réchauffement du climat.



Exercice 5

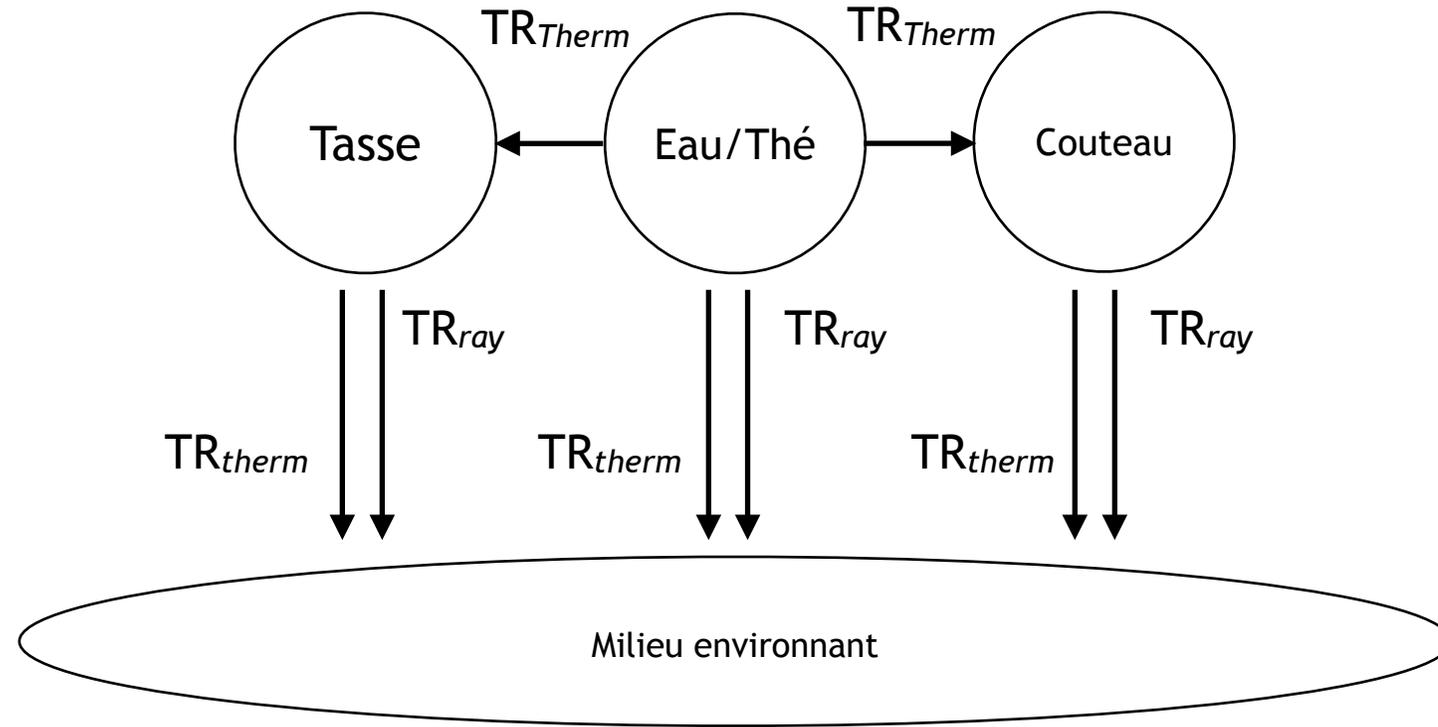
Refroidir une tasse de thé

Pour refroidir plus rapidement une tasse de thé, on place un couteau métallique à l'envers dans la tasse (pointe du couteau dans le thé).

- Établis le diagramme d'énergie de cette situation.
- Dans cette situation, de l'énergie est-elle transférée à l'air par rayonnement? Justifie à l'aide de la définition du rayonnement.
- Explique pourquoi le couteau permet de refroidir le thé plus rapidement.



a)



b)

T_{therm} tasse/air : rayonnement et conduction

T_{therm} eau/air : convection de la vapeur d'eau + rayonnement

T_{therm} eau/air : convection de la vapeur d'eau + rayonnement

T_{therm} tasse/eau : conduction

T_{therm} eau/couteau : conduction

c)

Le couteau permet d'accélérer le transfert de l'énergie du thé aux objets qui l'entoure et au milieu environnant : **le métal étant un bon conducteur thermique.**

Exercice 6

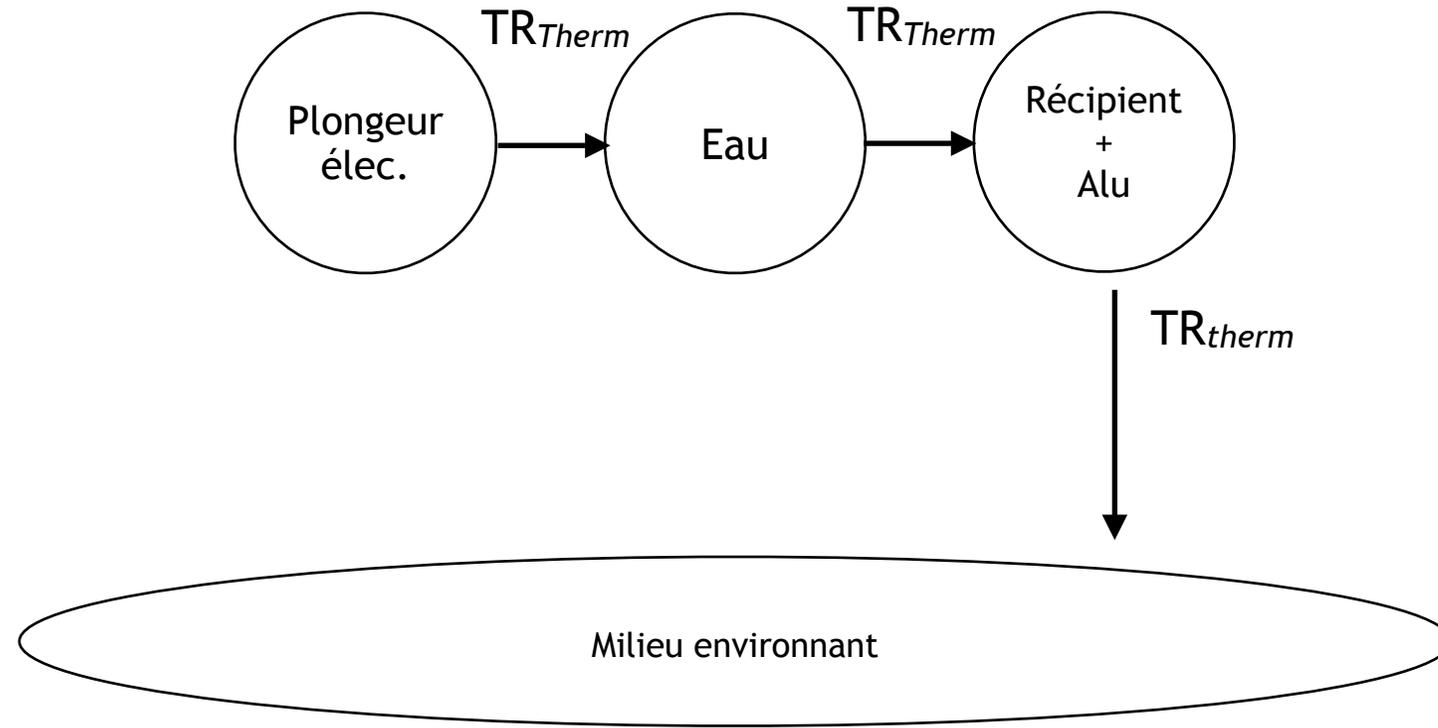
Couverture de survie

Dans un b cher, on chauffe de l'eau à l'aide d'un plongeur électrique. Pour atteindre plus rapidement la température d'ébullition, on emballe le b cher (avec le plongeur) dans une feuille d'aluminium.

-  tablir le diagramme d'énergie de cette situation.
- Explique pourquoi la feuille d'aluminium permet de chauffer l'eau plus rapidement.
- Une couverture de survie est constituée d'une très fine couche d'aluminium. Explique son usage et son principe de fonctionnement.



a)



- b) La feuille d'aluminium permet de chauffer l'eau plus rapidement car elle réduit les transferts (inutiles) par rayonnement et par convection de vapeur d'eau.
- c) La couverture de survie réduit le transfert d'énergie thermique par rayonnement. Lorsqu'il fait froid, la couverture réduit la perte d'énergie thermique du corps vers le milieu environnant. Lorsqu'il fait chaud, la couverture réduit le transfert d'énergie du milieu vers le corps.

Exercice 7

Effet de serre

- a) Qu'appelle-t-on effet de serre ? Explique le phénomène.
- b) Le climat se réchauffe. Comment interpréter ce réchauffement climatique à l'aide du modèle de l'effet de serre ?
- c) La surface de la banquise dans l'hémisphère nord diminue. D'après le modèle de l'effet de serre, quelles conséquences cela pourrait-il avoir ? Explique ton raisonnement.

- a) L'effet de serre est un phénomène où le rayonnement solaire se trouve en partie piégé dans l'atmosphère par le CO₂ (principalement). Le rayonnement réchauffe l'atmosphère et le sol. Le sol réémet une partie du rayonnement qui est à son tour capté par le CO₂ qui réchauffe l'atmosphère qui réémet à son tour du rayonnement vers l'espace et vers le sol. Le sol est réchauffé et réémet à son tour et ainsi de suite.
- b) Le CO₂ présent dans l'air capte le rayonnement solaire direct, ainsi que le rayonnement réfléchi par le sol et concourt à augmenter la température de l'atmosphère. Une atmosphère plus chaude rayonne plus vers le sol et l'espace. Une partie plus grande d'énergie est perdue dans l'espace et une plus grande quantité d'énergie sera absorbée, puis rayonnée par le sol qui sera ensuite absorbé par le CO₂ et ainsi de suite.
- c) Le rayonnement solaire qui était totalement réfléchi par la glace ne le sera que partiellement lorsque la banquise aura fondu. Ceci aura pour conséquence de réchauffer l'eau, alors que ce n'était pas le cas précédemment et moins réchauffer l'atmosphère.

Exercice 8

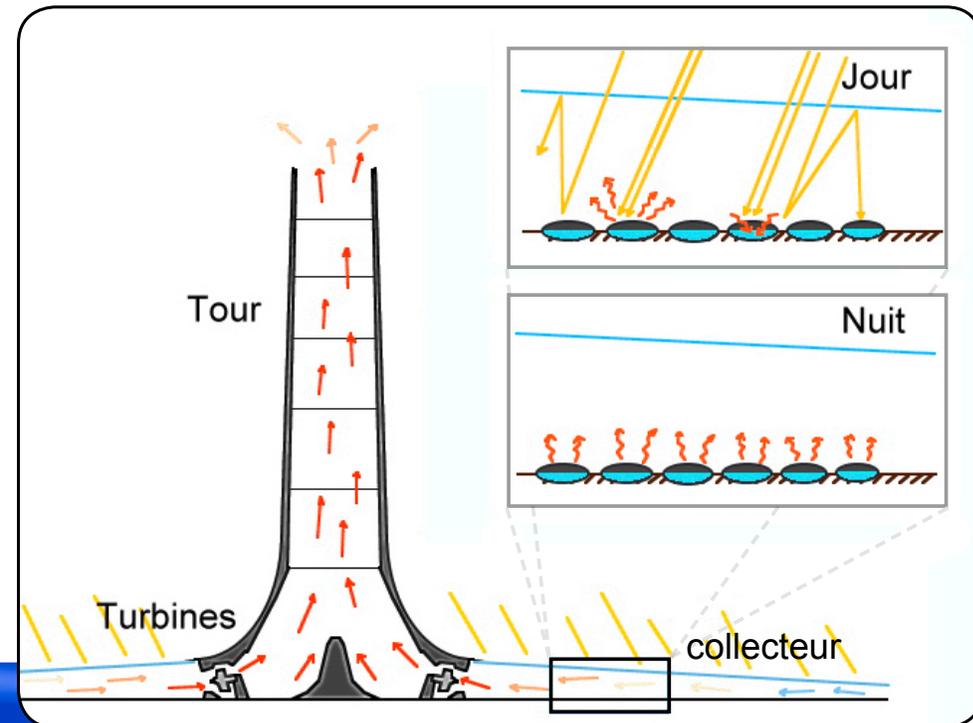
Une tour solaire

Voici le principe de fonctionnement d'une tour solaire à effet de cheminée (projet de Fuente el Fresno – province de Ciudad-Real en Espagne).

De l'air est chauffé par effet de serre dans un vaste collecteur de 3 km de diamètre situé au niveau d'une plaine (le sol contient également des conduites d'eau qui sont chauffées par le Soleil). Cet air est ensuite conduit par une cheminée de 750 m qui débouche en altitude (vitesse de l'air dans la cheminée: 43 km/h). À la base de la cheminée se trouvent des turbines permettant de produire de l'électricité.

Ce système fournit de l'électricité quasiment 24 heures sur 24.

- Décris le phénomène physique à l'origine du mouvement de l'air exploité dans cette centrale électrique solaire.
- Etablis le diagramme d'énergie de la tour solaire à effet de cheminée lorsque celle-ci produit de l'électricité pendant le jour.
- Explique pourquoi cette centrale continue de fournir de l'électricité pendant la nuit.



Exercice 8, correction

Travail à effectuer

A l'aide d'informations extérieures (dictionnaire, livres de la bibliothèque, internet, etc.), effectue les cinq tâches suivantes :

1. Définis la source d'énergie, c'est-à-dire explique le phénomène naturel à l'origine de la source d'énergie.

Exemple : la nourriture est une source d'énergie chimique contenue dans les molécules des aliments que le corps humain exploite lors des réactions chimiques.

2. Détermine et justifie si la source est renouvelable ou non.
3. Explique les phénomènes qui permettent d'exploiter cette source.
4. Présente un exemple de dispositif exploitant la source d'énergie.
5. Décris par un texte et un schéma (à créer ou à trouver dans une source d'information extérieure) le fonctionnement du dispositif.

6. Etablir le diagramme d'énergie du dispositif

Ce travail doit être effectué avec soin.

Il fera l'objet d'une présentation devant l'ensemble de la classe.

2 périodes de 45'



Activité 3, p.13

<i>Groupe 1</i>	Solaire	Célia	Clara	Lundi 7.02
<i>Groupe 2</i>	Nucléaire	Abigaëlle	Romane T.	Jeudi 10.02
<i>Groupe 3</i>	Biomasse	Bruno	Pierrot	Jeudi 10.02
<i>Groupe 4</i>	Pétrole	Marta	Beatriz Romane F.	Lundi 14.02
<i>Groupe 5</i>	Gaz	Aurélien	Kylian	Lundi 14.02
<i>Groupe 6</i>	Hydraulique	Benoît	Matteo	Lundi 7.02
<i>Groupe 7</i>	Eolienne	Saskia	Laura	Lundi 7.02
<i>Groupe 8</i>	Géothermie	Victor	Théo	Jeudi 10.02

Exercice 9

Renouvelables ?

- a) Quel critère permet de décider si une source d'énergie est renouvelable ou non ?
- b) Cite deux sources d'énergie renouvelables d'après ton critère.
- c) Cite deux sources d'énergie non renouvelables d'après ton critère.

a) Une source d'énergie est dite renouvelable si ses réserves ne s'épuisent pas de façon significative dans l'échelle de temps de son exploitation (échelle d'une vie humaine).

On peut aussi dire qu'une telle source se renouvelle aussi vite qu'exploitée.

- b) Eolienne, hydraulique, biomasse, etc ...
- c) Fossile (charbon, ...), nucléaire, etc ...

Exercice 10

Origine des énergies

- Explique l'origine de l'énergie éolienne.
- Explique l'origine de l'énergie géothermique.
- Explique l'origine de l'énergie de la biomasse.
- Explique l'origine de l'énergie hydraulique.



- Le vent exploité en vue de la production d'un courant électrique.
- Echauffement d'un fluide injecté dans le sous-sol.
- Combustion de la biomasse (bois) ou des produits de sa transformation (éthanol, méthane, ...).
- Chutes d'eau exploitées en vue de la production d'un courant électrique.

Exercice 11

Energie fossile non renouvelable ?

Explique pourquoi les énergies fossiles sont considérées comme non renouvelables.

Les réserves d'énergie fossiles se sont constituées en plusieurs millions d'années. Il est donc évident qu'elles se renouvellent moins vite qu'elles ne sont exploitées.

Puissance



Model No.ghd 5.0 110-240V~ 50/60Hz 150W
Jemella Limited Date Code: 10091205595



MANUFACTURED IN P.R.C



 Electrolux			Type MCY1
Model Code ESSPEEDY	PNC 900274017	Elc 00	Serial Number 43700089
  		230 V ~ 50 Hz	1200 W NOM
 		Made in EU	
			Electrolux Appliances AB S:1 Göransgatan 143 SE - 105 45 Stockholm, Sweden

Courant, tension, puissance et énergie électrique

Brillance, puissance et énergie

Rappel

Tu as constaté que la tension et l'intensité du courant électrique sont des grandeurs importantes dans un circuit électrique. Mais aucune de ces grandeurs ne permet d'expliquer à elle seule qu'une lampe puisse éclairer plus fortement qu'une autre.

Pour expliquer la différence de brillance des lampes, nous avons besoin de la puissance.

Définition

La puissance électrique est égale au produit de la tension par l'intensité du courant.

La puissance est désignée par la lettre P et se mesure en watt (abréviation : W).

$$P = U \cdot I$$

La puissance électrique et l'énergie

Par définition, la puissance est **l'énergie transférée chaque seconde** par les particules électriques aux récepteurs qu'ils traversent. Elle se mesure en watt dont l'abréviation est: W.

On la calcule de la façon suivante :

$$P = U \cdot I$$

P

Puissance électrique

La puissance électrique mesure la rapidité avec laquelle le transfert électrique de l'énergie s'effectue du générateur vers le récepteur.

U

Tension

La tension quantifie l'énergie transférée au récepteur par 6 milliards de milliards de particules électriques.

I

Intensité du courant

L'intensité du courant est égale au nombre de « paquets » de 6 milliards de milliards de particules électriques qui traversent un récepteur par seconde.

Puissance de fonctionnement et brillance des lampes

Pour des lampes de même type, la brillance des lampes est un indicateur de la puissance électrique de fonctionnement, quel que soit le type de montage et quel que soit le circuit électrique dans lequel les lampes se trouvent.

Pour comparer les puissances de fonctionnement des lampes, on peut donc comparer leurs brillances (si les lampes sont de même type).

6 Le culot d'une lampe de feux avant de bicyclette porte l'indication suivante : 6 V – 0,4 A.

1. Calculez la puissance électrique utilisée par cette lampe lorsqu'elle fonctionne sous une tension efficace de 6 V.

2. Cette lampe fonctionne ainsi pendant 10 minutes. Calculez, en joule et en watt.heure l'énergie transformée en lumière et chaleur pendant ce temps.

Energie électrique

Quantification de l'énergie

Cas des transferts électriques

L'énergie transférée chaque seconde est, par définition, la **puissance P** du transfert de l'énergie.

$$P = \frac{E}{t}$$

avec E : énergie transférée en joules, J

t : durée du transfert en secondes, s

P : puissance du transfert en watts, W (un watt équivaut à un joule transféré chaque seconde)

En conséquence, la quantité d'énergie transférée pendant le temps t peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$E = P \cdot t$$



Model No.ghd 5.0 110-240V~ 50/60Hz 150W
Jemella Limited Date Code: 10091205595



MANUFACTURED IN P.R.C



 Electrolux			Type MCY1
Model Code ESSPEEDY	PNC 900274017	Elc 00	Serial Number 43700089
  		230 V ~ 50 Hz	1200 W NOM
 		Made in EU	
			Electrolux Appliances AB S:1 Göransgatan 143 SE - 105 45 Stockholm, Sweden

Exercice 30

Radiateur électrique

Un radiateur électrique de 2 kW fonctionne pendant 7 jours.

a) Quelle énergie a-t-il consommée ? Réponse en joules et en kWh.

Rappel: $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$

b) Quel est le coût de cette utilisation en francs (prix du kWh : 25 centimes) ?

Exercice 31

Télévision

Une télévision à écran plat de 48 pouces (80W) est allumée 24 heures sur 24.

- a) Quelle énergie est nécessaire à son fonctionnement pendant une année (365 jours)? Réponse en kWh. Rappel: $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$
- b) Quel est le coût de cette utilisation en francs (prix du kWh: 25 centimes)?

Exercice 32

Congélateur

Quelle est la puissance d'un congélateur qui utilise 18 kWh d'énergie par jour ?

Exercice 33

Lampe de poche

Quelle est la puissance d'une lampe de poche qui utilise 36 000 joules d'énergie en deux heures ?



Exercice 34

Combien de temps sera-t-elle allumée ?

Une lampe à LED de 6 W a utilisé 18 000 joules d'énergie. Combien de temps a-t-elle fonctionné ?

15 Un réfrigérateur est vendu pour une puissance de 150 W, utilisée par son compresseur, et une « consommation » d'énergie de 0,5 kWh par 24 heures.

a. Le compresseur de ce réfrigérateur fonctionne-t-il en permanence ?

b. Quelle est la durée moyenne de fonctionnement du compresseur de cet appareil pendant 24 heures ?

17 Le coût électrique d'un petit déjeuner

Pour préparer le petit déjeuner, une famille utilise chaque jour en moyenne une cafetière électrique (230 V – 850 W) pendant 10 minutes et un grille-pain (230 V – 800 W) pendant 15 minutes. Les appareils fonctionnent sous leur tension nominale.

- 1.** Quelle est l'énergie électrique utilisée chaque matin par ces appareils ?
- 2.** Si le prix du kilowatt-heure est de 0,5311 F (hors abonnement et hors taxes), quelle est, dans ces conditions, la dépense en électricité ?

21 ★★ **La friteuse électrique**

Sur une friteuse électrique, on trouve l'inscription : « 230 V – 900 W ». Cette friteuse fonctionne sous une tension du secteur de valeur efficace 230 V. Elle est utilisée pour chauffer 1 500 g d'huile, de 20°C à 120°C.

- 1.** Quelle transformation d'énergie réalise la friteuse ?
- 2.** Calculez la valeur efficace de l'intensité du courant qui parcourt la « résistance chauffante » de la friteuse.
- 3.** Pour élever de 1°C la température de 1 g d'huile, il faut 2,4 J. Quelle est, en joule et en Wh, l'énergie nécessaire pour chauffer l'huile de la friteuse ?
- 4.** Sachant qu'il y a 8% de « perte » d'énergie (utilisée à chauffer le récipient et de l'air), quelle est l'énergie électrique totale utilisée par la friteuse pour chauffer l'huile ?
- 5.** Pendant combien de temps (en minutes) la friteuse doit-elle fonctionner pour chauffer l'huile ?

Energie thermique

Unités

L'unité internationale d'énergie est le joule. Cette unité est très petite. Par exemple, un carré de chocolat au lait (7 grammes) contient environ 160 000 joules!

Pour aller plus loin...

D'autres unités sont également utilisées :

- 1 kilowattheure, kWh, est l'énergie transformée en une heure par un appareil fonctionnant à une puissance de 1000 watts (un sèche-cheveux, par exemple).

$$1 \text{ kilowattheure} = 3\,600\,000 \text{ joules}$$

$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

- 1 calorie, cal, correspond à l'énergie thermique transférée lorsqu'on élève d'un degré Celsius la température d'un gramme d'eau.

$$1 \text{ calorie} = 4,18 \text{ joules}$$

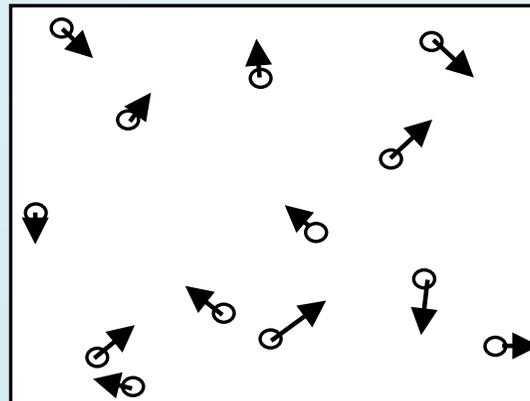
Cas des transferts thermiques

Température et agitation des molécules

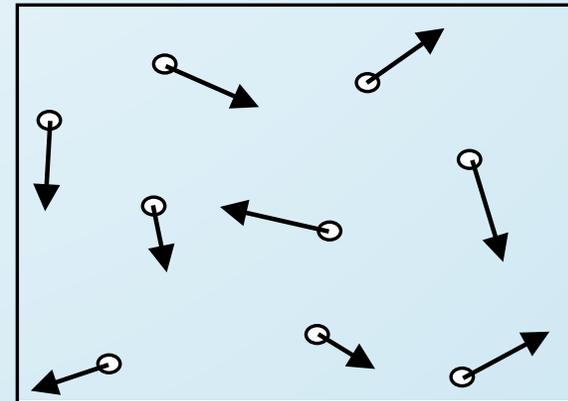
La température d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz correspond à l'agitation moyenne de ses molécules. Son unité est le degré Celsius (°C).

Plus la température d'un corps est élevée, plus l'agitation moyenne des molécules est grande et plus les chocs entre les molécules sont fréquents et violents.

Sur les figures ci-contre,
chaque flèche indique
la vitesse de la
molécule



Température basse



Température élevée

Principe d'égalisation des températures, transfert d'énergie thermique

Lorsque deux corps sont mis en contact, leurs températures s'égalisent après un temps plus ou moins long. Le corps le plus froid se réchauffe (sa température augmente) et le corps le plus chaud se refroidit (sa température baisse). De l'énergie thermique est transférée du corps le plus chaud au corps le plus froid. Lorsque la température des deux corps est la même, le transfert cesse.

Exemple

Lorsque nous touchons un objet dont la température est plus basse que celle de notre main, de l'énergie thermique est transférée de notre main à l'objet. L'objet se réchauffe, la main se refroidit, et nous éprouvons une sensation de froid.

De quelles grandeurs dépend le calcul de l'énergie thermique ?

Par ex. : pour chauffer de l'eau ?

L'énergie thermique dépend de :

Quantité de matière à chauffer (en kg)

Température initiale

Température finale

Capacité de matériau à stocker de l'énergie

$$E_{\text{therm}} = m \cdot c \cdot (T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}})$$

Comment calculer le transfert d'énergie thermique ?

L'énergie nécessaire pour chauffer un objet ou le contenu d'un récipient dépend de plusieurs facteurs :

- de la quantité de matière chauffée, donc de la masse **m** ;
- de la nature de la matière exprimée par sa chaleur massique **c** ;
- de la différence de température **$T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}}$**

Chaleur massique

Toutes les matières n'ont pas la même capacité à stocker de l'énergie sous forme thermique. Cette propriété - propre à chaque matière - s'appelle la chaleur massique. Elle correspond à l'énergie qu'il faut transférer à un kilogramme de matière pour élever sa température d'un degré Celsius.

On trouve les valeurs des chaleurs massiques des matières courantes dans les tables.

La formule qui permet de calculer la quantité d'énergie transférée lors du changement de température d'un objet est donc la suivante :

$$E_{\text{therm}} = m \cdot c \cdot (T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}})$$

avec

E_{therm} : énergie thermique transférée, J

m : masse de substance, kg

c : chaleur massique de la substance, $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

T_{initiale} : température au début du chauffage, $^\circ\text{C}$

T_{finale} : température à la fin du chauffage, $^\circ\text{C}$

Exemple

La quantité d'énergie nécessaire à chauffer 3 kilogrammes de fer de 20°C à 300°C est:

$$E_{\text{therm}} = 3 \cdot 440 \cdot (300 - 20) = 369\,600 \text{ J}$$

Matériau de construction	Capacité thermique massique (J.kg⁻¹.K⁻¹)	Substances A température ambiante	Capacité thermique massique (J.kg⁻¹.K⁻¹)
Cuivre pur	386	Air sec	1005
Aluminium (duralumin)	881	Azote	1042
Acier	470	diamant	502
Granite	820	Eau solide (0°C)	2060
Grès	710	Eau liquide	4186
Béton	880	Eau gaz	1850
Roches calcaires	900	Ethanol	2460
Verre (à vitres)	830	Fer	444
Plâtre	830	Graphite	720
Brique	840	hélium	3160
terre	830 a 1000	hydrogène	14300
Bois (chêne, pin, contreplaqué...)	2390 - 2700	lithium	3582
Laine de verre	670	Or	129
Zinc	380	Oxygène	920

Exercice 26

Chaleur massique

Définis en quelques mots la chaleur massique d'une substance.

La chaleur massique d'une substance est l'énergie nécessaire pour augmenter de 1°C la température d'un kilogramme de cette substance.

Exercice 27

Quelle matière sera la plus chaude ?

Si on fournit la même quantité d'énergie à un kilogramme d'eau et à un kilogramme d'alcool, tous deux initialement à température ambiante, les deux liquides atteindront-ils la même température ? Justifie ta réponse.



Non, il faut 4180 joules pour élever un kg d'eau de 1°C et 2460 joules pour élever un kg d'alcool de 1°C . La température atteinte par l'alcool sera supérieure à celle atteinte par l'eau (pour la même quantité d'énergie).

Exercice 28

De l'eau chaude pour un mois

Quelle quantité d'énergie est-il théoriquement nécessaire (sans transfert inutile) à une famille de 4 personnes, pendant un mois, pour sa consommation d'eau chaude ? Chaque personne consomme quotidiennement 75 litres d'eau chauffés à 60°C à partir d'eau à 12°C.

Masse d'eau utilisée : $75 \text{ kg} \cdot 30 \text{ jours} \cdot 4 \text{ pers.} = 9000 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} E_{therm} &= 9000 \cdot 4180 \cdot (60 - 12) \\ &= 1'805'760 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Pour prendre un bain, j'utilise environ 200 litres d'eau.

Calcule la quantité d'énergie nécessaire pour porter l'eau du bain de 12°C à 38°C.

Calcule la quantité de gaz naturel qu'il faut brûler pour obtenir cette énergie ?

Calcule son prix sachant que 1KWh = 3,6 MJ et 1KWh coûte 0.20 francs.

Exercice 29

Température du Lac Léman

Le lac Léman se réchauffe sous l'effet du rayonnement solaire.

- a) Calcule l'énergie fournie par le rayonnement solaire en une heure un jour ensoleillé du mois d'août, quand la puissance de ce rayonnement est d'environ 1000 watts par m^2 . La superficie du lac Léman est de 580 km^2 .
- b) Calcule l'élévation de température du lac en surface en supposant que toute l'énergie fournie par le Soleil, calculée en a), est transférée thermiquement à l'eau des dix premiers mètres de profondeur.
- c) En réalité, l'élévation de cette température est beaucoup plus faible. Comment l'expliquer ?

Exercice 29

Température du Lac Léman

Le lac Léman se réchauffe sous l'effet du rayonnement solaire.

- Calcule l'énergie fournie par le rayonnement solaire en une heure un jour ensoleillé du mois d'août, quand la puissance de ce rayonnement est d'environ 1000 watts par m^2 . La superficie du lac Léman est de 580 km^2 .
- Calcule l'élévation de température du lac en surface en supposant que toute l'énergie fournie par le Soleil, calculée en a), est transférée thermiquement à l'eau des dix premiers mètres de profondeur.
- En réalité, l'élévation de cette température est beaucoup plus faible. Comment l'expliquer?

$$a) P_{tot} = 1000 \cdot 580000000 = 5,8 \cdot 10^{11} W$$

$$a) E = P \cdot t = 1000 \cdot 5,8 \cdot 10^{11} \cdot 3600 =$$

$$b) M_{eau} = 580'000'000 \cdot 10 = 5'800'000'000 m^3 = 5'800'000 kg$$

a) Surface du lac = 580 000 000 m²

Puissance du rayonnement reçu par le lac = 1000 · 580 000 000 = 5,8·10¹¹ W

Energie reçue en une heure par le lac = P · t = 5,8·10¹¹ · 3600 = 2,088·10¹⁵ J

b) Masse d'eau = 5,80·10¹⁰ dm² · 100 dm · 1 kg par dm³ = 5,80·10¹² kg

Élévation de T = Energie reçue en une heure par le lac / (c_{eau} · m_{eau}) = 0,086°C

c) Une partie du rayonnement solaire est réfléchi par la surface. L'énergie correspondant à ce rayonnement réfléchi n'est pas transmise à l'eau et ne concourt donc pas à l'élévation de la température de celle-ci.

Exercice 35

Rendement d'une bouilloire électrique

Une bouilloire de 1200 watts a permis de porter à ébullition 200 ml d'eau en une minute et demie. La température initiale de l'eau était de 20°C .

- a) Définis à l'aide d'une phrase le rendement d'une bouilloire.
- b) Calcule le rendement de la bouilloire.
- c) Calcule la quantité d'énergie transférée inutilement par cette bouilloire à l'environnement.

Exercice 36

Manger!

On considère que la quantité d'énergie journalière nécessaire un être humain est en moyenne de 2500 Kcal (avec environ 30 minutes d'activité physique par jour). La plus grande partie de cette énergie sert à maintenir la température du corps à 37°C, c'est-à-dire à compenser l'énergie perdue par rayonnement dans l'environnement.

Rappel: 1 calorie = 4,18 J

Calcule la puissance moyenne rayonnée par ton corps.

Exercice 37

Quel dispositif est le plus efficace ?

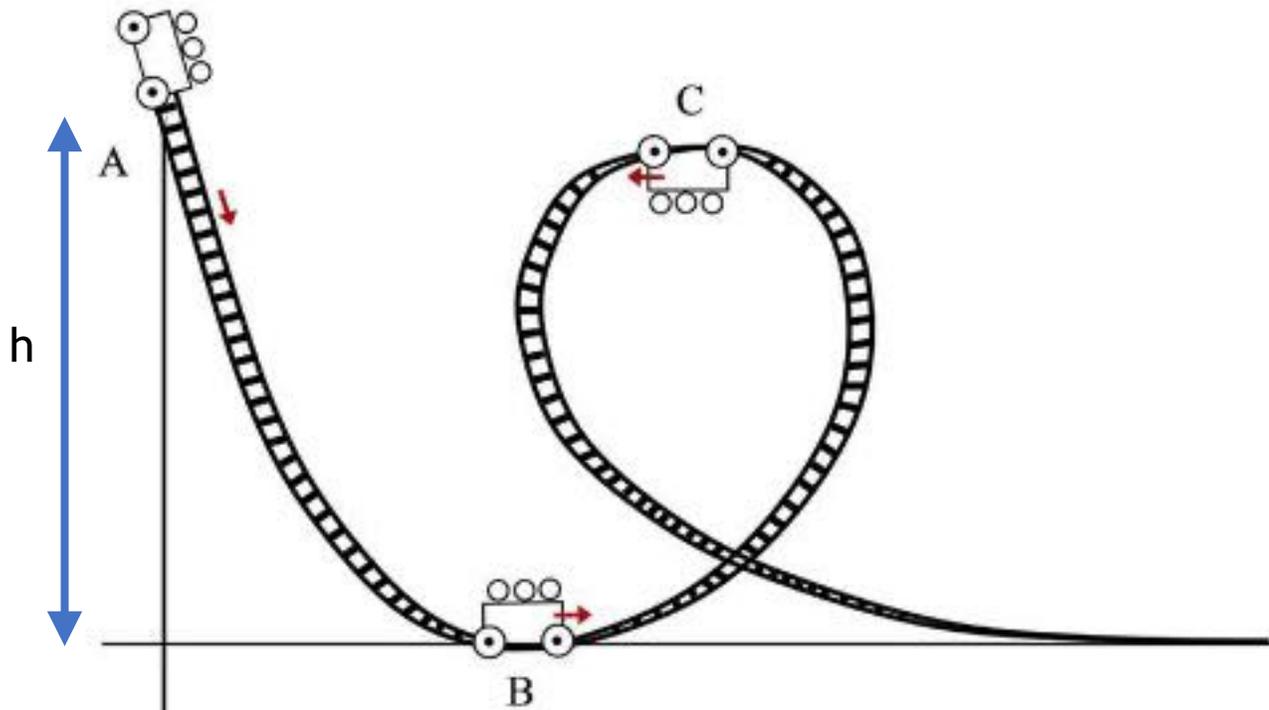
Pour comparer le rendement de quatre dispositifs de chauffage, on chauffe avec chacun d'eux un litre d'eau à ébullition en partant d'eau initialement à 20°C :

- avec une casserole sur une plaque de cuisinière électrique de 2000 watts, la durée est de huit minutes ;
 - avec une bouilloire de 1800 watts, il faut trois minutes et 45 secondes ;
 - avec un four à micro-ondes de 2300 watts, il faut cinq minutes et demie ;
 - avec un plongeur électrique de 1000 watts, il faut six minutes.
- a) Sans faire de calcul, prévois lequel de ces quatre dispositifs est le plus performant et lequel est le moins performant. Justifie ton raisonnement.
 - b) Calcule le rendement de chaque dispositif et classe-les du plus performant au moins performant.
 - c) Calcule le prix du chauffage d'un litre d'eau de 20°C à l'ébullition pour le dispositif le plus performant et pour le moins performant. Prix du kWh : 25 centimes.
 - d) Lequel de ces appareils a-t-il le plus d'impact sur l'environnement et pourquoi ?
 - e) Calcule le pourcentage de l'énergie transférée inutilement au milieu environnant par chacun des dispositifs ?



Energie potentiel et cinétique

Energie potentielle et cinétique



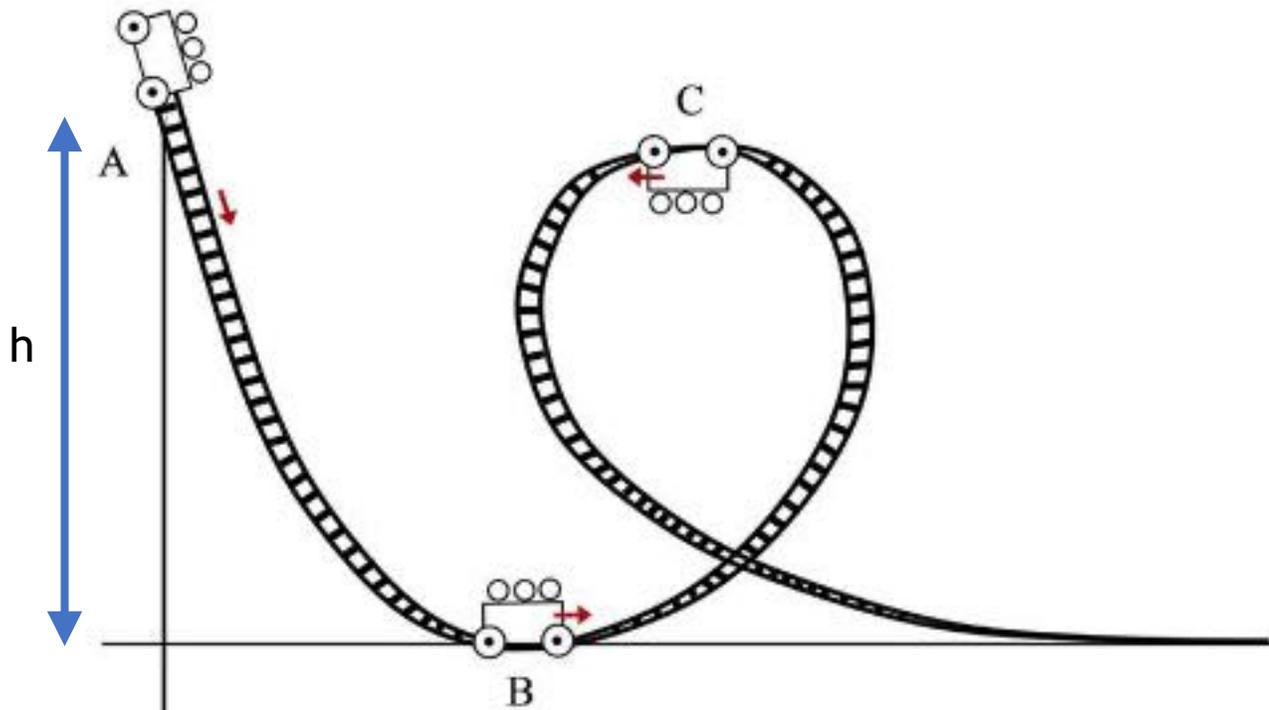
$$E_{pot} = mgh$$

$g = 9,81$ $h =$ hauteur en mètre $m =$ masse en kg

$$E_{cin} = \frac{1}{2}mv^2$$

$v =$ vitesse en m/s

Energie potentielle et cinétique



En A

- Energie potentielle est maximale
- Energie cinétique = 0

En B

- Energie potentielle = 0
- Energie cinétique est maximale

En C

- $E_{\text{pot}} \text{ en C} < E_{\text{pot}} \text{ en A}$

Exercice de la pomme

Une pomme de 500 g est située à 2,8 m du sol dans un pommier.

a) Quelles énergies potentielle et cinétique possède-t-elle à ce moment (donc au sommet de l'arbre)

- Energie potentielle ?
- Energie cinétique ?

b) La pomme fait une chute et se retrouve au sol au pied du pommier. Quelles énergies potentielle et cinétique possède-t-elle au moment précis où elle touche le sol ?

- Energie potentielle ?
- Energie cinétique ?

c) Quelles énergie potentielle, énergie cinétique et vitesse possédait la pomme au milieu de sa chute ?

- Energie potentielle ?
- Energie cinétique ?
- Vitesse ?

Exercice de la pomme - correction

a) $E_{pot} = 0,5 \cdot 2,8 = 1,4J$

$$E_{cin} = 0J$$

b) $E_{pot} = 0J$

Toute l'énergie potentielle du départ s'est transformée en énergie cinétique.

$$E_{cin} = 1,4J$$

c) $E_{pot} = 0,5 \cdot 1,7 = 0,7J$

$$E_{cin} = 0,7J$$

Au milieu : $E_{cin} = E_{pot}$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

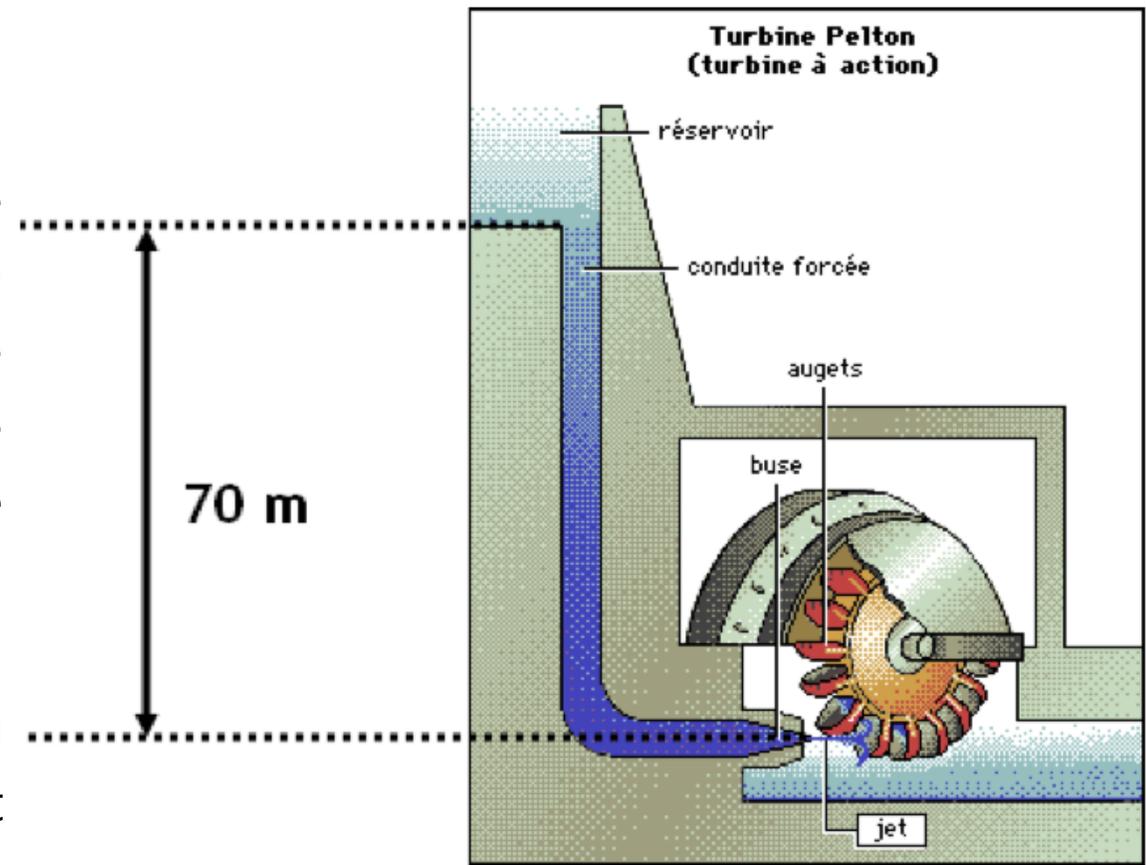
$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,7}$$

Exercice 1

Une application importante de l'énergie potentielle est le barrage hydroélectrique. On place une turbine sous le niveau d'un réservoir d'eau afin de transformer l'énergie potentielle de l'eau en énergie de mouvement capable de faire tourner la turbine qui produira de l'électricité.

Quelle énergie, en kJ, peuvent fournir 10 litres d'eau dans une centrale électrique si la turbine est disposée 70 m sous le niveau du réservoir d'eau ?



Exercice 2

On ne se sert pas que de l'énergie potentielle de l'eau pour produire de l'électricité, on se sert aussi de l'énergie cinétique du vent, grâce à une éolienne.

Quelle énergie cinétique possède 1 m^3 d'air se déplaçant à une vitesse de 50 km/h ?

La masse de 1 m^3 d'air est de $1,29 \text{ kg}$.

Exercice 4

On se plaît souvent à imaginer que Newton aurait élaboré sa théorie de la gravité après avoir reçu une pomme en chute libre sur la tête.

Si cette pomme trônait à 1,8 m au dessus de la tête de Newton, à quelle vitesse a-t-elle frappé son crâne ?

Exercice 5

Quelle énergie mécanique (énergie potentielle et énergie cinétique) totale, par rapport au sol, possède un aigle de 7 kg planant à 400 m d'altitude selon une vitesse de 35 km/h ?

PRINCIPAUX APPRENTISSAGES

Plus spécifiquement dans cette séquence, tu apprendras à :

- modéliser les transferts et transformations de l'énergie dans différents dispositifs ;
- distinguer les transferts utiles de l'énergie des transferts inutiles ;
- appliquer le principe de conservation de la quantité d'énergie ;
- appliquer le principe de dégradation de la qualité de l'énergie (rendement) ;
- identifier l'impact de l'utilisation de l'énergie sur l'environnement ;

tu t'exerceras aussi à :

- formuler des hypothèses cohérentes par rapport au phénomène observé ;
- développer un modèle (modéliser les transferts d'énergie) ;
- utiliser un modèle pour expliquer et prévoir des phénomènes (modéliser les transferts d'énergie).

Objectifs spécifiques

Citer les 5 transferts d'énergie.

Citer et exemplifier les 3 types de transfert thermique.

Construire à partir d'une situation donnée le diagramme de transfert d'énergie.

Etre capable de justifier les choix effectués dans la construction du diagramme.

Définir les principales sources d'énergie et expliciter leurs exploitations.

Quantifier l'énergie thermique (formule et exercices).

Définir la chaleur massique d'un corps

Quantifier l'énergie mécanique (potentielle et cinétique).

Définir l'énergie comme la puissance multipliée par le temps