

FORMES DE L'ÉNERGIE

L'énergie : comment se fabrique-t-elle ?

Comment se transporte-t-elle ?

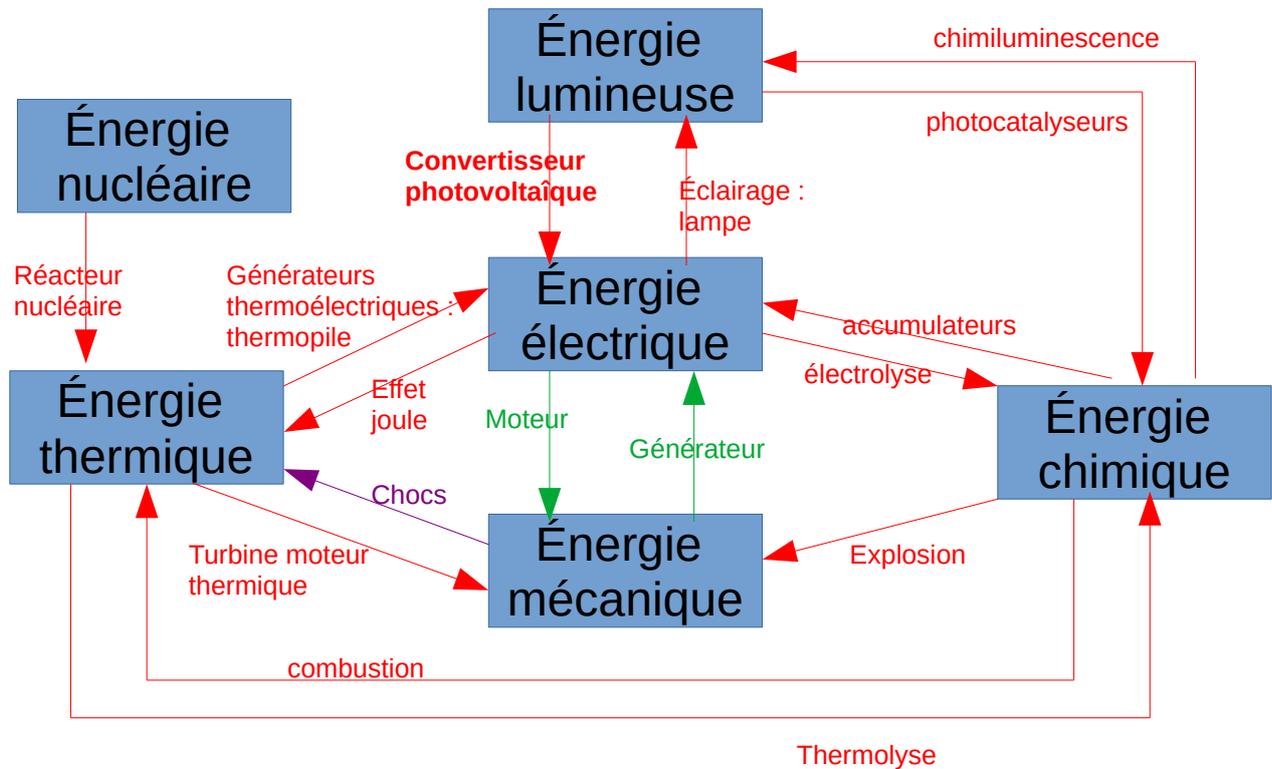
Comment se transfère-t-elle ?

Table des matières

1. Les formes de l'énergie.....	2
1. Les différentes formes d'énergie.....	2
2. Sources d'énergie.....	2
a) Sources d'énergie renouvelable.....	2
énergie thermique.....	2
énergie mécanique (éolien et hydroélectrique).....	2
énergie rayonnante.....	3
b) Sources d'énergie non renouvelable.....	3
Sources d'énergie fossile.....	3
Sources d'énergie nucléaire.....	3
3. L'énergie en BTS électrotechnique.....	3
4. Définitions de l'énergie et de la puissance.....	3
a) Définition de l'énergie.....	3
Les unités.....	3
Les phases d'exploitation de l'énergie.....	4
b) Définition de la puissance.....	4
Quelques ordres de grandeur.....	5
2. Les formes de l'énergie.....	5
a) Énergie chimique.....	5
b) Énergie de rayonnement.....	5
c) Énergie nucléaire.....	6
d) Énergie électrique :.....	6
e) Énergie mécanique.....	6
Travail et puissance en translation.....	6
Travail et puissance en rotation.....	7
Sous forme d'énergie cinétique :.....	7
Sous forme d'énergie potentielle:.....	8
f) Énergie thermique – chaleur.....	9

1. LES FORMES DE L'ÉNERGIE

1. LES DIFFÉRENTES FORMES D'ÉNERGIE



2. SOURCES D'ÉNERGIE

A) SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Les **énergies renouvelables** (EnR) sont des sources d'énergie dont le renouvellement naturel est assez rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle du temps humain

ÉNERGIE THERMIQUE

La **géothermie** consiste à capter la chaleur de la croûte terrestre provenant de sa radioactivité naturelle du noyau pour produire du chauffage ou de l'électricité. On utilise la chaleur des sources chaudes (geysers, régions volcaniques) ou des forages profonds (La température des roches augmente en moyenne de 1°C tous les 30 mètres de profondeur.)

On peut utiliser la chaleur du sol (pompes à chaleurs et puits canadiens) qui garde une température quasi-constante de 15° à une profondeur de 30cm. (Cette chaleur provient du soleil et non de la croûte terrestre)

ÉNERGIE MÉCANIQUE (ÉOLIEN ET HYDROÉLECTRIQUE)

L'énergie mécanique comprend deux types d'énergie: potentielle et cinétique. L'éolien utilise la vitesse du vent (cinétique) alors que l'hydraulique utilise l'énergie potentielle de l'eau qui tombe jusqu'au niveau de la mer. Cela dépend de la position et/ou de la vitesse du support.

ÉNERGIE RAYONNANTE

L'énergie solaire est l'énergie transmise par le Soleil sous la forme de lumière et de chaleur.

Les ondes électromagnétiques transportent de l'énergie (rayonnante) qui pourra être transformée à l'aide des panneaux photovoltaïques.

B) SOURCES D'ÉNERGIE NON RENOUVELABLE

Les énergies non renouvelables sont les méthodes d'obtention d'énergie utilisant une source d'énergie épuisable.

L'énergie non renouvelable consomme certains types de combustibles (pétrole, charbon, uranium ...)

SOURCES D'ÉNERGIE FOSSILE

L'énergie fossile désigne l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel et houille. On retrouve cette énergie principalement sous forme thermique ou chimique. Elle est présente en quantité limitée et non renouvelable, sa combustion entraîne des gaz à effet de serre.

SOURCES D'ÉNERGIE NUCLÉAIRE.

L'énergie nucléaire est obtenue à partir de l'énergie contenue dans les noyaux des atomes. Lorsque les liaisons entre atomes ont été rompues, les atomes utilisés n'ont plus d'énergie, il faut les recycler.

3. L'ÉNERGIE EN BTS ÉLECTROTECHNIQUE

Le technicien en électricité aura des compétences dans tous les domaines même si le cœur de son métier reste l'énergie électrique.

L'énergie électrique ne se stocke pas mais on transporte assez facilement l'énergie sous forme électrique. Les différentes énergies devront être converties en énergie électrique afin d'être transportées puis exploitées. Notre société industrielle est basée essentiellement sur l'énergie électrique.

En électricité industrielle, on distingue usuellement deux grands domaines :

- l'électronique qui traite de la création, du transport et de la réception de l'information sous la forme de signal électrique
- l'électrotechnique qui traite de la création, du transport et de la transformation de l'énergie électrique.

4. DÉFINITIONS DE L'ÉNERGIE ET DE LA PUISSANCE**A) DÉFINITION DE L'ÉNERGIE**

L'énergie (en joule) est une mesure de la capacité d'un système à produire un travail entraînant un mouvement, de la chaleur, etc ...

LES UNITÉS

Suivant les domaines d'utilisation d'autres unités sont apparues :

- la **calorie** fut la première unité de travail, elle perdure dans l'alimentation : $1(\text{cal})= 4,19 \text{ J}$
- Dans le domaine de l'électricité : $1 \text{ kWh}=3600.10^3 \text{ J}$
- La tonne équivalent pétrole : $1 \text{ tep} = 43 \text{ GJ}$

Ce que l'on mesure n'est pas l'énergie en elle-même, mais sa **variation**.

L'énergie est observée par des variations de vitesse, de masse, de position, etc...

L'énergie pure n'existe pas. Suivant le système considéré, on lui associera une énergie mécanique, une énergie thermique, une énergie électrique, une énergie de rayonnement, une énergie nucléaire. La propriété fondamentale de l'énergie est de pouvoir changer de forme : elle se transfère et modifie sa nature.

LES PHASES D'EXPLOITATION DE L'ÉNERGIE

- Énergie primaire : énergie n'ayant subi aucune conversion. La production primaire d'énergie correspond à l'extraction d'énergie puisée dans la nature et, par extension, à la production de certaines énergies " dérivées " (électricité dite " primaire " qui provient de centrales hydrauliques ou nucléaires, d'origine photovoltaïque, éolienne, géothermique).
- Énergie secondaire (ou dérivée) : énergie provenant de la conversion d'une énergie primaire ou d'une autre énergie dérivée.
- Énergie finale : énergie délivrée aux consommateurs pour être convertie en énergie " utile ". Exemple : électricité, essence, gaz, gazole, fioul domestique etc.
- Énergie utile : énergie dont dispose le consommateur, après la dernière conversion (c-à-d en usage final), à partir de ses propres équipements.

B) DÉFINITION DE LA PUISSANCE

La puissance (en Watt) est l'énergie échangée par unité de temps. $P = \frac{dW}{dt}$ (W)

L'unité d'énergie en physique est le Joule, cela correspond à une puissance de 1W pendant 1s.

exemple :

une rame de métro, entre deux stations, consomme environ 120 MJ sur 2 minutes. Un homme est capable de produire 120 MJ en un certain nombre de jours de travail.

Les moteurs de la rame de métro et l'homme sont capables de produire la même énergie mais un homme ne pourra jamais amener la rame de métro d'une station à l'autre. Il lui manque la puissance requise (1 homme : 50W, une rame de tramway =1 MW).

L'énergie est une « quantité » et la puissance est une « intensité ».

La **puissance échangée** entre deux éléments s'exprime, indépendamment du domaine considéré, comme le **produit de deux variables complémentaires** :

- une variable d'**effort**, notée en général **e**, qui "**tend**" à **déplacer** une certaine quantité de matière (ou quelque chose qui en tient lieu)
- une variable de **flux**, notée en général **f**, qui **traduit le déplacement** avec un certain "débit" d'une quantité de matière (ou quelque chose qui en tient lieu).

Domaine	Effort	mouvement	Puissance
Mécanique de translation	Force $F(N)$	Vitesse $v(m/s)$	$F \cdot v$
Mécanique de rotation	Couple $C(N \cdot m)$	Vitesse angulaire $\Omega(rad/s)$	$C \cdot \Omega$
Électricité	Tension $u(V)$	Courant $i(A)$	$u \cdot i$
Hydraulique, pneumatique	Pression $P(Pa)$	Débit volumique $Q_v(m^3/s)$	$P \cdot Q_v$

QUELQUES ORDRES DE GRANDEUR

Objet	Puissance
Lampe LED	5 W
Pédalage humain	200 W
Perceuse de bricolage	400 W
Radiateur électrique	500 à 2000W
Puissance solaire reçue par m ²	1000 W
Moteur d'ascenseur (1 tonne)	4 kW
Voiture	70 kW
Camion	200 kW
Éolienne	1 à 3 MW
Centrale thermique	120 à 790 MW
Réacteur nucléaire	1000 MW

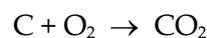
2. LES FORMES DE L'ÉNERGIE

Exemple : Les fours solaires convertissent l'énergie solaire rayonnée en énergie thermique.

A) ÉNERGIE CHIMIQUE

Elle est due aux forces de liaisons moléculaires du corps considéré. Elle peut être acquise ou libérée lors de réactions chimiques.

L'exemple type de réaction chimique permettant de libérer l'énergie chimique stockée est la combustion. Par exemple, celle du carbone dans le dioxygène :



(on peut noter aussi la combustion des gaz, butane, propane du Gasoil, essence)

L'autre exemple classique utilisant l'énergie chimique est la réaction d'oxydo réduction intervenant dans toutes les piles.

B) ÉNERGIE DE RAYONNEMENT

C'est l'énergie transportée par une onde électromagnétique comme la lumière ou les ondes radios.

L'essentiel de l'énergie que reçoit la Terre et qui permet le développement et le maintien de la vie a pour source le rayonnement solaire (environ 340 W/m²).

L'énergie de rayonnement ne peut être stockée, elle n'existe que si l'onde existe, c'est elle qui la transporte. Il s'agit d'une source d'énergie secondaire.

Le soleil est la principale source d'énergie de rayonnement sur la Terre .

Cette énergie peut être transformée :

- en énergie thermique dans des centrales solaires thermiques (le rayonnement est concentré par un ensemble de miroirs sur une chaudière) ou les capteurs solaires (absorption du rayonnement et conversion en énergie thermique transférée au fluide caloporteur).
- en énergie électrique dans des panneaux solaires (cellules photovoltaïques).

c) ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Elle est due aux forces de liaisons entre les éléments du noyau de l'atome. La découverte de l'énergie nucléaire est une conséquence de la théorie de la relativité restreinte d'Einstein (1905). Einstein réalise une unification entre deux concepts auparavant considérés comme fortement éloignés l'un de l'autre : la masse et l'énergie. Il établit la formule de l'énergie au repos d'un corps de masse m : $E_0 = m \cdot c^2$ où c est la célérité de la lumière dans le vide ($c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s).

d) ÉNERGIE ÉLECTRIQUE :

Elle est due aux déplacements ordonnés de porteurs de charges (généralement des électrons).

L'énergie électrique ne peut être stockée que dans les condensateurs ou les inductances, cependant, dans l'état actuel des connaissances, on ne peut la stocker en grande quantité.

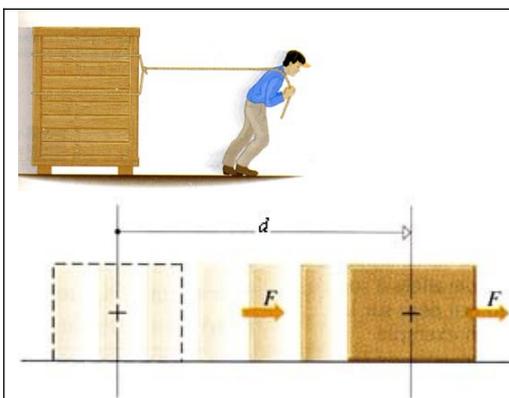
Comme il est compliqué de stocker de l'énergie électrique, celle-ci est produite « en temps réel » en fonction de la demande. L'énergie électrique est donc une énergie secondaire : elle est créée par transformation d'une source d'énergie primaire.

L'avantage de l'énergie électrique est double. Elle est simple à transporter par l'intermédiaire de fils conducteurs (c'est le réseau électrique). Il existe une quantité d'appareils permettant de convertir l'énergie électrique sous une autre forme :

- Convertisseur d'énergie électrique en énergie mécanique : les moteurs électriques.
- Convertisseur d'énergie électrique en énergie thermique : radiateur électrique, fer à repasser, grille pain, four ...
- Convertisseur d'énergie électrique en énergie chimique : électrolyseur, accumulateur ...
- Convertisseur d'énergie électrique en rayonnement : lampes électriques, laser ...

e) ÉNERGIE MÉCANIQUE

TRAVAIL ET PUISSANCE EN TRANSLATION



Le travail W est la variation de l'énergie d'un système, due à l'application d'une force F , agissant sur une distance d :

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

rq : \vec{F} et déplacement ont un angle θ : $W = F \cdot d \cdot \cos \theta$

Si l'on cherche la puissance $P = \frac{dW}{dt} = F \cdot \frac{d(d)}{dt} = F \cdot v$.

Remarques : toutes les forces ne travaillent pas. Si la force est orthogonale au déplacement, son

travail est nul.

TRAVAIL ET PUISSANCE EN ROTATION

Dans le cas d'un couple s'exerçant sur une pièce en rotation.

	<p><u>Le travail</u> W de la force le long de la corde de longueur $l = d \cdot \theta$ est : $W = F \cdot l$</p> <p>Le couple exercé par la force est $T = F \cdot d$ donc $W = F \cdot l = F \cdot d \cdot \theta = T \cdot \theta$</p> <hr/> <p>Si l'on cherche la puissance, on retrouve un résultat bien connu $P = T \times \Omega$ Avec T en N.m et Ω en rad/s</p>
--	--

Le travail permet de créer de l'énergie mécanique.

Cette énergie est liée au déplacement ou à la déformation d'un corps.

Les cours d'eau, le vent, les marées sont des sources d'énergie mécanique.

Une fois l'énergie mécanique acquise, elle peut être stockée de diverses manières :

énergie cinétique ou énergie potentielle

Sous forme d'énergie cinétique :

On sait que freiner un véhicule (c'est-à-dire diminuer sa vitesse) implique une dépense d'énergie : les freins s'échauffent lors du freinage. Si le freinage est trop brutal, la dépense d'énergie qui en résulte peut même occasionner des déformations irréversibles de la carrosserie.

Cette exemple montre que, lorsqu'un objet de masse m se déplace à une vitesse v , celui-ci à stocké de l'énergie mécanique. Cette énergie mécanique est restituée lors du freinage sous forme de chaleur et éventuellement de déformation du corps.

L'énergie stockée dépend de la masse (il est plus facile de freiner un papillon qu'un véhicule automobile !) et de la vitesse du corps.

Cette énergie se nomme « énergie cinétique », car elle est due au déplacement.

Énergie cinétique de translation :

Un corps de masse m , se déplaçant à la vitesse v stocke de l'énergie mécanique dites « cinétique ». Au maximum s'il perd totalement sa vitesse il transmettra cette énergie cinétique E_c qui s'exprime par la relation :

$E_c = \frac{1}{2} m v^2$	$\left\{ \begin{array}{l} E_c : \text{énergie cinétique en Joules} \\ m : \text{masse en kg} \\ v : \text{vitesse (en m} \cdot \text{s}^{-1}) \end{array} \right.$
---------------------------	--

Énergie cinétique de rotation ou angulaire :

Un solide en rotation possède aussi une énergie cinétique. L'énergie cinétique dépend des répartitions des masses par rapport à l'axe de rotation (caractérisé par le moment d'inertie J en $\text{kg}\cdot\text{m}^2$) et la vitesse de rotation angulaire (Ω en rad/s)

$$E_r = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \Omega^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} E_C : \text{énergie cinétique en Joules} \\ J : \text{moment d'inertie en } \text{kg} \cdot \text{m}^2 \\ \Omega : \text{vitesse angulaire (en } \text{rad} \cdot \text{s}^{-1}) \end{array} \right.$$

Cette énergie cinétique peut-être stockée pour être réutilisée.

Par exemple : volant moteur des voitures, voitures à friction, volant inertiel de stockage de l'énergie

Solide	Figure	Moment d'inertie
Disque ou cylindre plein de rayon R		$J = \frac{1}{2} MR^2$
Boule pleine de rayon R		$J = \frac{2}{5} MR^2$

SOUS FORME D'ÉNERGIE POTENTIELLE:

Energie potentielle de pesanteur :

Lorsqu'un cycliste se trouve en haut d'une pente, il sait qu'il pourra descendre sans fournir d'effort. C'est parce qu'il a stocké de l'énergie mécanique. Cette énergie mécanique stockée a été préalablement acquise par travail lors de l'ascension de la pente. Cette énergie est d'autant plus importante que la masse est importante (il vaut mieux recevoir sur la tête une boule de papier qui tombe du premier étage qu'une boule de pétanque !) et que l'altitude est importante.

Un corps de masse m , située à une hauteur h stocke une énergie mécanique dite « potentielle de pesanteur ». Cette énergie potentielle de pesanteur E_p s'exprime par la relation :

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad \left\{ \begin{array}{l} E_p : \text{énergie potentielle en Joules} \\ m : \text{masse en } \text{kg} \\ h : \text{altitude perdue en m} \end{array} \right.$$

E_p s'exprime en Joule (J) si m est exprimée en kilogramme (kg), $g=9,81$ l'accélération de pesanteur terrestre en mètre par seconde carrée (m/s^2) et h en mètre (m).

Comme il est possible de stocker de l'énergie mécanique, l'énergie mécanique est une énergie dite « primaire ».

Energie potentielle élastique :

La contraction d'un ressort permet de stocker de l'énergie qui sera réutilisée.

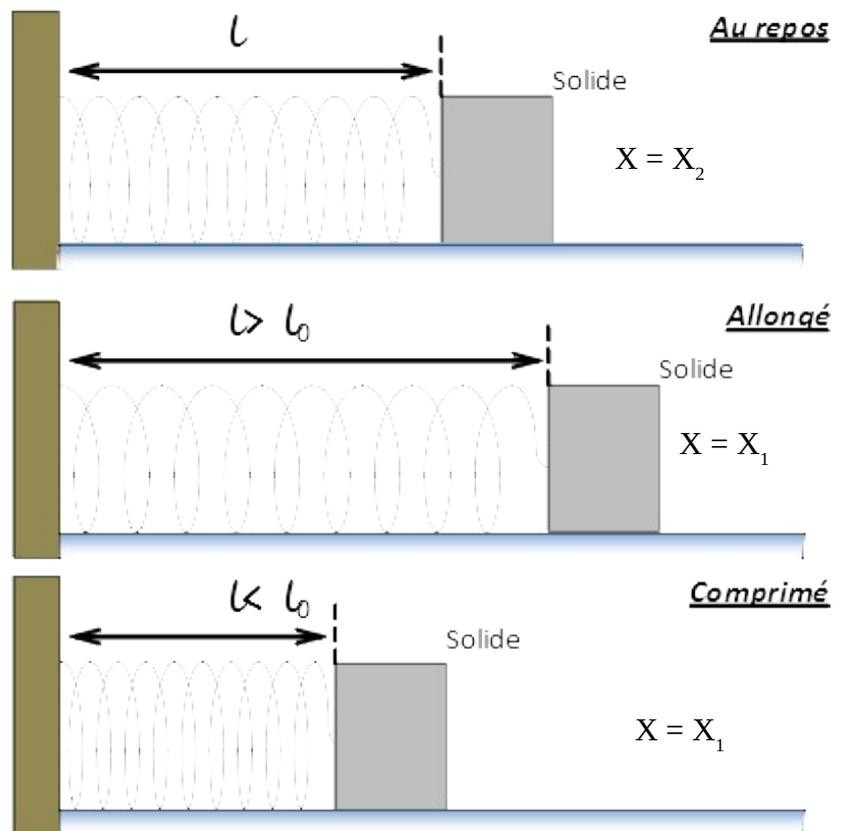
Ex : jouets mécaniques, montres mécaniques, sectionneur

énergie d'un ressort :

$$W = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (x_2^2 - x_1^2)$$

k est la raideur,

x_1 et x_2 sont les positions extrêmes et de repos du ressort



F) ÉNERGIE THERMIQUE – CHALEUR

Nature de l'énergie thermique

L'énergie thermique, appelée aussi chaleur est une conséquence macroscopique de l'agitation microscopique des molécules et atomes du corps considéré, appelée « agitation thermique » .

L'énergie interne est la somme des énergies cinétique et potentielle microscopiques, c'est l'énergie liée à sa structure interne microscopique, notée U.

L'agitation thermique augmente avec la température.

Tout corps stocke de l'énergie thermique : c'est l'énergie interne du corps. Il est impossible d'arrêter totalement cette agitation thermique pour une température du corps de $0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$.

L'énergie thermique est une énergie dites « dégradée » car, s'il est possible de transformer entièrement le travail en chaleur, la thermodynamique montre qu'il est impossible de transformer la totalité de la chaleur en travail.

Variations de l'énergie interne d'un système.

1) Variation d'énergie produisant une élévation de température.

Si la température d'un corps varie, on peut dire qu'il a échangé de l'énergie. Son énergie interne a varié.

La variation d'énergie interne d'une masse m dont la température varie d'une valeur initiale θ_i à une valeur finale θ_f est donnée par la relation suivante :

$$Q = \Delta U = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i)$$

ΔU en joule J

m en kilogramme kg

c capacité thermique massique $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

θ_f et θ_i températures en K ou °C

Remarque :

- La capacité thermique massique c d'une substance correspond au transfert thermique nécessaire pour faire varier de 1 °C une masse de 1 kg de substance.

2) Transfert d'énergie produisant un changement d'état :

Un corps qui change d'état échange de l'énergie thermique ou chaleur avec le milieu extérieur.

La variation d'énergie par changement d'état d'une masse m de corps pur sous une pression P et à la température T (température de changement d'état) est donnée par la relation suivante :

$$Q = \Delta U = m \cdot L$$

Q en Joule J

m en kilogramme kg

L en $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$