

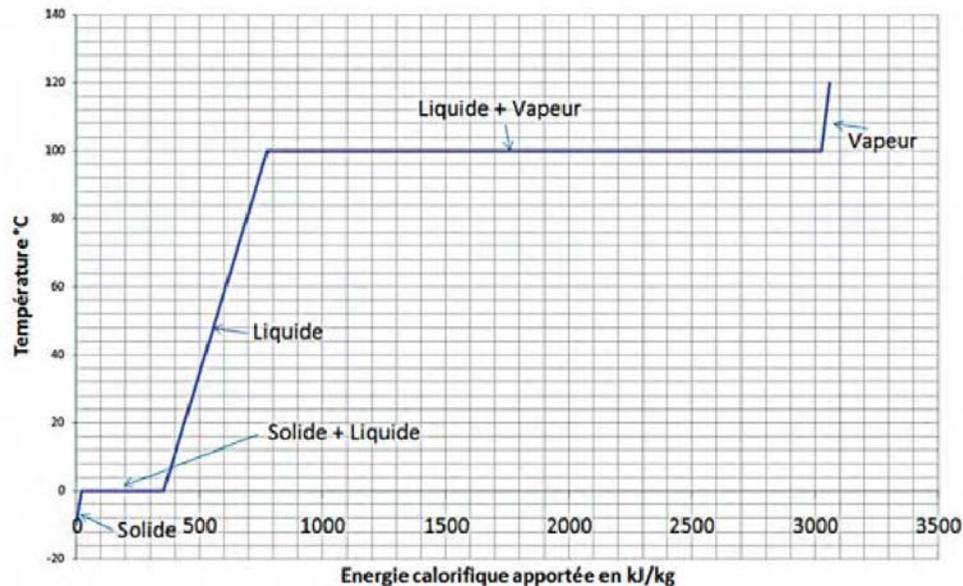
## 1. PRÉSENTATION

L'énergie thermique se manifeste par l'existence de la température. La température est une mesure indirecte de l'agitation microscopique des particules. Plus l'agitation des particules d'un corps est importante, plus sa température est élevée et plus l'énergie thermique qu'il contient est grande.

## 2. CHALEUR Q

Lorsqu'on apporte de la chaleur à un système physique, on peut observer :

- une augmentation de température ;
- une augmentation de pression ;
- une augmentation de volume ;
- un changement d'état physique.



La figure illustre quantitativement les comportements lors du chauffage, à pression atmosphérique, d'une masse de glace à  $-10\text{ °C}$  jusqu'à transformation de cette glace en vapeur à  $120\text{ °C}$ .

On observe des segments de droites croissantes correspondant à l'augmentation de la température des états purs : solide, liquide et vapeur.

On observe des segments de droites, formant des paliers, correspondants aux changements d'état : de solide à liquide, de liquide à vapeur.

La chaleur, notée  $Q$ , représente la quantité d'énergie thermique échangée par un système physique (reçue ou émise). Elle s'exprime en joule.

### 2.1. CHALEUR SENSIBLE $Q_s$

La chaleur sensible est la quantité de chaleur échangée qui fait varier la température d'un système physique. Elle est qualifiée de sensible parce que cet échange de chaleur (sans changement d'état) peut être ressenti ou mesuré :



Avec :

$Q_s$  : chaleur sensible (en J)

$m$  : masse du corps considéré (en kg)

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

$\Delta T$  : variation de la température (en K)

La capacité thermique massique  $c$  d'un corps est une valeur définie pour exprimer la quantité d'énergie thermique nécessaire pour augmenter la température de ce corps d'un degré

La variation de température  $\Delta T$  entre la température initiale et finale du corps s'exprime en kelvin (K). Un écart de 1 K est aussi égal à 1 degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

### 2.2. CHALEUR LATENTE $Q_l$

La chaleur latente est la part de chaleur échangée qui modifie l'état du système mais qui ne modifie pas sa température.

## 3. PUISSANCE THERMIQUE D'UN FLUIDE

Un fluide caloporteur est un liquide ou un gaz qui se charge en chaleur et transporte cette chaleur d'un point à un autre du système thermique. A pression constante, la puissance thermique  $P_s$  portée par un débit de fluide sous forme sensible est :



Avec :

$P_s$  : puissance thermique (en W)

$q_m$  : débit massique (en kg/s)

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

$\Delta T$  : variation de la température (en K)

On rappelle la relation qui permet de calculer la masse  $m$  d'un fluide :



Avec :

$m$ , la masse du corps considéré (kg)

$V$ , volume du corps ( $\text{m}^3$ ) ;

$\rho$ , sa masse volumique ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

L'unité de contenance la plus utilisée est le litre, noté L :

$$1\text{ L} = 1\text{ dm}^3 = 0,001\text{ m}^3 ; 1\text{ m}^3 = 1\ 000\text{ L.}$$

## 4. EXERCICES D'APPLICATION

### 4.1. CHAUFFAGE DU BASSIN D'UNE PISCINE

Lors des opérations de nettoyage semestriel d'une piscine publique, un bassin de nage d'un volume de  $630 \text{ m}^3$  est rempli d'eau froide à  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pour accueillir les baigneurs, cette eau doit être chauffée à  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ . On donne :

- la capacité thermique de l'eau,  $c_{eau} = 4185 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  ;
- la masse volumique de l'eau,  $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

- ✍ Calculer la masse d'eau  $m$  contenue dans le bassin :

---



---

- ✍ Calculer l'énergie  $Q_s$  (en J) nécessaire au chauffage de l'eau du bassin :

---



---

- ✍ Calculer la puissance thermique  $P_s$  à apporter à ce bassin pour le chauffer en 24 heures :

---



---

### 4.2. SYSTÈME DE CHAUFFAGE À EAU CHAUDE

Une pompe à chaleur (PAC) réchauffe un débit d'eau chaude basse température (eau de chauffage) de  $1100 \text{ L/h}$ . La température de cette eau passe de  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  à  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  lors de son passage dans la pompe à chaleur.

- ✍ Calculer le débit massique de l'eau :

---



---

- ✍ Calculer la chaleur  $Q_s$  apportée à l'eau par la PAC en une heure :

---



---

- ✍ Calculer la puissance thermique  $P_s$  transportée par le débit d'eau :

---

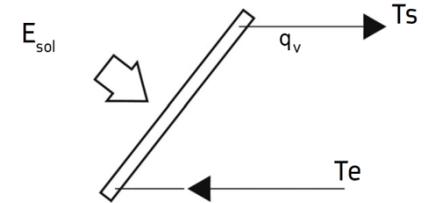


---

### 4.3. PUISSANCE ÉCHANGÉE SUR UN CAPTEUR SOLAIRE

Un capteur solaire d'une surface de  $2 \text{ m}^2$  reçoit une énergie rayonnante de  $3\,960 \text{ kJ}$  sur une durée d'une heure. Il est capable de restituer  $60 \%$  de cette énergie à un débit d'eau le traversant  $q_v = 80 \text{ L/h}$ .

La température de l'eau  $T_e$  à l'entrée du capteur est de  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .



- ✍ Calculer la puissance  $P_r$  apportée par le soleil à la surface du capteur solaire :

---



---

- ✍ Calculer le flux solaire  $R_s$  reçu par le capteur, il sera exprimé en  $\text{W/m}^2$  :

---



---

- ✍ Calculer l'énergie  $E$  fournie à l'eau grâce au capteur :

---



---

- ✍ Calculer la masse  $m$  d'eau traversant le capteur pendant 1 heure :

---



---

- ✍ Calculer la température  $T_s$  de sortie du capteur :

---



---

#### 4.4. PLANCHER CHAUFFANT

Un plancher chauffant d'une surface de 25 m<sup>2</sup> est alimenté par un débit d'eau de 300 L/h. La température d'entrée de l'eau sur le plancher est de 35 °C et la température de sortie est de 30 °C.

 Calculer la puissance thermique  $P_s$  transportée par le débit d'eau :

---

---

---

---

---

#### 4.5. ÉNERGIE ET PUISSANCE POUR UNE DOUCHE

Une douche est un événement court qui se traduit en moyenne par le puisage d'une eau chaude sanitaire à 38 °C, avec un débit de l'ordre de 0,2 L/s pendant une durée de 6 minutes. La température d'arrivée de l'eau est de 12 °C.

 Calculer la puissance du chauffe-eau  $P_{ecs}$  nécessaire pour assurer la production de l'eau chaude sanitaire :

---

---

---

---

---

 Calculer l'énergie  $Q_s$  (en J) produite pour une douche :

---

---

 Exprimer cette énergie en Wh :

---

---

#### 4.6. BOUILLLOIRE ÉLECTRIQUE

Une bouilloire électrique d'une contenance de 1,7 L fonctionne à l'aide d'une résistance électrique d'une puissance de 2200W. La bouilloire est remplie d'eau à 20°C.

 Calculer l'énergie nécessaire pour amener l'eau contenue dans la bouilloire à la température de 95°C (en supposant que toute la chaleur émise par la résistance sert à chauffer l'eau) :

---

---

---

---

---

 Combien de temps la bouilloire doit-elle fonctionner pour arriver à ce résultat ?

---

---