

## 1. CONSERVATION D'ÉNERGIE

### 1.1. PRINCIPE DE CONSERVATION D'ÉNERGIE

La conservation de l'énergie est le premier principe de la thermodynamique. Il peut s'énoncer ainsi : pour un système physique délimité par une frontière, la somme des échanges d'énergie aux frontières est égale à la variation interne d'énergie portée par ce système.

La maxime « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » attribuée à Lavoisier traduit ce principe de conservation d'énergie.

### 1.2. BILAN ÉNERGÉTIQUE

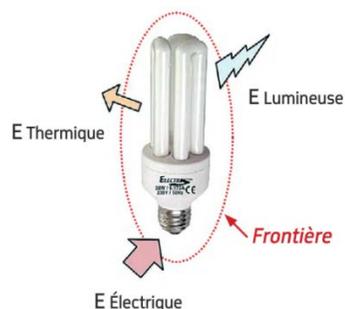
Pour établir un bilan énergétique, il faut :

- identifier les frontières du système ;
- représenter les échanges d'énergie par une flèche indiquant leur sens ;
- écrire la relation entre les différentes énergies grâce au principe de conservation.

#### 1.2.1. EXEMPLE : AMPOULE BASSE CONSOMMATION

Sur la figure ci-contre, on a fait apparaître la frontière et on recense les énergies échangées par l'ampoule au travers de cette frontière.

Dans le cas d'une ampoule, on considère que la variation de l'énergie interne  $\Delta E_{\text{interne}}$  portée par le système est nulle (le dispositif ne stocke pas d'énergie).



On peut écrire le principe de conservation d'énergie :

## 2. RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Le rendement énergétique d'un système est le rapport entre un effet utile produit par ce système et la dépense à mettre en œuvre pour réaliser l'effet utile. Pour tout système énergétique, on peut trouver un effet utile et donc une énergie utile  $E_u$  et une dépense caractérisée par une énergie absorbée  $E_a$ .

Le rendement  $\eta$  (êta) est le rapport entre l'énergie utile  $E_u$  et l'énergie absorbée  $E_a$  :

Le rendement est sans unité et toujours inférieur ou égal à 1.

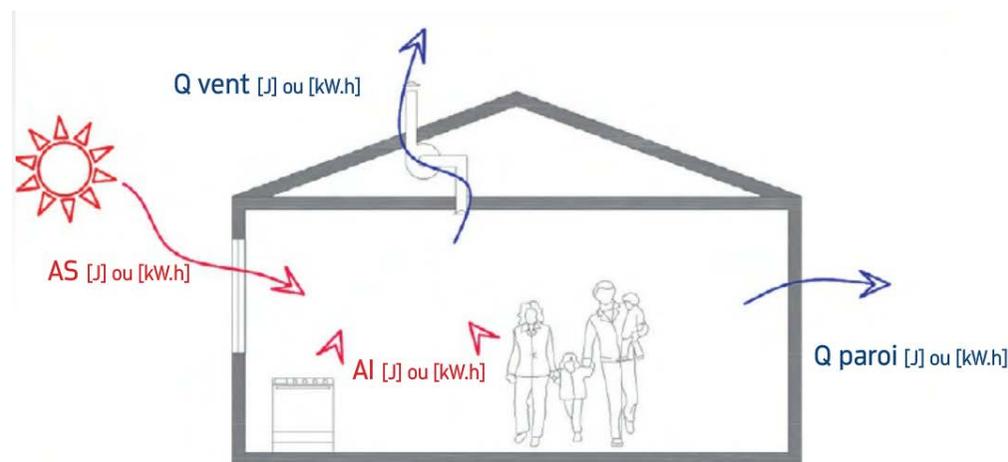
## 3. EXERCICES D'APPLICATION

### 3.1. BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UN HABITAT

Les résultats d'une simulation d'une maison de 145 m<sup>2</sup> habitables sur une période de chauffage donnent :

- pertes de chaleur par transmission au travers des parois,  $Q_{\text{paroi}} = 88,4 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$  ;
- pertes de chaleur liées au renouvellement d'air,  $Q_{\text{vent}} = 27,6 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$  ;
- apports de rayonnement solaire au travers des vitres,  $AS = 39,4 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$  ;
- apports de chaleur interne (occupants, électroménager...),  $AI = 28,3 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$  ;

On considère que la variation d'énergie interne de la maison est nulle sur une saison de chauffe. Les apports sont comptés positivement (flèches entrantes) et les pertes négativement (flèches sortantes).



Les besoins en chauffage,  $B_{ch}$  sont des apports et seront donc comptés positivement.

✍ Établir le bilan énergétique de la maison sur la période de chauffage :

---



---

✍ Calculer les besoins de chauffage (en kW·h/m<sup>2</sup>) :

---

✍ Exprimer les besoins en chauffage en kW·h :

---



---

### 3.2. BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UN SYSTÈME DE POMPAGE

Un système de pompage équipant une petite ville prélève de l'eau sur une nappe et la transfère dans des châteaux d'eau. Le volume pompé chaque année est de 1,8 million de m<sup>3</sup>, et l'énergie hydraulique moyenne apportée à l'eau par le système de pompage est de 245 250 kW·h. La consommation d'énergie électrique des pompes est de 350 357 kW·h. Les moteurs électriques qui équipent les pompes ont des pertes thermiques et mécaniques s'élevant à 3 % de la consommation d'énergie électrique.

✎ Calculer la valeur des grandeurs énergétiques repérées sur le synoptique ci-dessous :

---

---

---

---

---

---

---

---

✎ Calculer la valeur du rendement  $\eta_m$  du moteur :

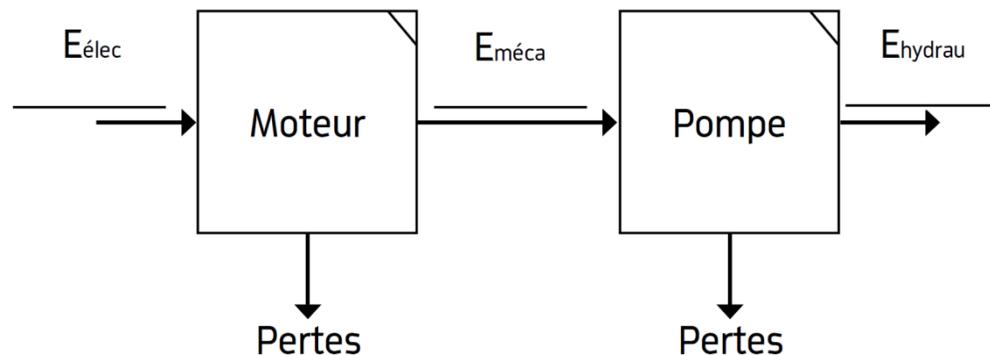
---

✎ Calculer la valeur du rendement  $\eta_p$  de la pompe :

---

✎ Calculer la valeur du rendement global  $\eta$  de ce système :

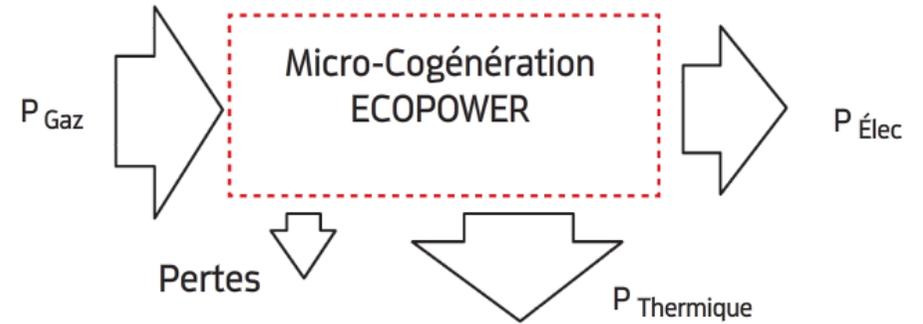
---



### 3.3. MICRO-COGÉNÉRATION GAZ

Le système de micro-cogénération ECOPOWER permet de produire chaleur et électricité à partir d'une énergie combustible (gaz). En régime permanent, on mesure les valeurs suivantes :

- $P_{\text{gaz}} = 20 \text{ kW}$  ;
- $P_{\text{thermique}} = 12,5 \text{ kW}$  ;
- $P_{\text{élec}} = 4,7 \text{ kW}$ .



✎ Calculer la valeur du rendement électrique  $\eta_{\text{élec}}$  de ce système :

---

✎ Calculer la valeur du rendement thermique  $\eta_{\text{therm}}$  de ce système :

---

✎ Calculer la valeur du rendement global  $\eta_{\text{global}}$  de ce système :

---

✎ Calculer la puissance perdue par ce système de micro-cogénération :

---



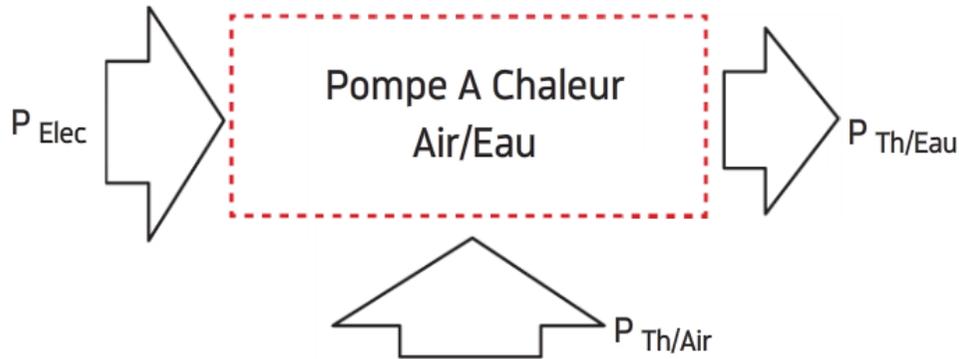
---

### 3.4. BILAN THERMIQUE D'UNE POMPE À CHALEUR

Une pompe à chaleur air/eau est un système permettant de chauffer un débit d'eau chaude basse température à partir d'électricité et de l'énergie thermique prélevée sur l'air extérieur.

Un résultat d'essai donne les valeurs suivantes :

- température extérieure,  $T_{ext} = 7\text{ °C}$  ;
- puissance électrique consommée par le compresseur  $P_{Elec} = 2,32\text{ kW}$  ;
- puissance calorifique fournie à l'eau chaude basse température  $P_{Th/Eau} = 8,6\text{ kW}$ .



✍ Calculer la puissance thermique prélevée sur l'air extérieur :

✍ Calculer le rendement de la pompe à chaleur appelé aussi COP (coefficient de performance) :

### 3.5. RENDEMENT GLOBAL D'UNE RAFFINERIE

Une raffinerie traite 20 millions de tonnes de pétrole brut par an. Le raffinage consiste à transformer le pétrole brut en produits pétroliers pouvant être utilisés dans les moteurs à combustion et dans les différentes branches de l'industrie. Cette raffinerie utilise environ 7% du brut qu'elle traite.

✍ Calculer la quantité de produits pétroliers produits chaque année dans cette raffinerie :

✍ Calculer le rendement de la raffinerie :

### 3.6. RENDEMENT D'UN CAPTEUR SOLAIRE THERMIQUE

Un ensemble de capteurs solaires d'une surface utile totale de  $5,5\text{ m}^2$  reçoit un éclairement solaire d'une valeur de  $850\text{ W/m}^2$ .

Le débit d'eau traversant l'ensemble des capteurs est de 220 litres par heure. L'écart de température entrée-sortie de l'eau lors de son parcours au travers de capteurs est de  $10\text{ °C}$ .

✍ Calculer la puissance absorbée  $P_a$  par le capteur solaire :

✍ Calculer la puissance utile  $P_u$  transmise au débit d'eau :

✍ Calculer le rendement  $\eta$  du capteur solaire :

### 3.7. RENDEMENT D'UN PANNEAU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Un capteur photovoltaïque d'une surface utile de  $0,92\text{ m}^2$  est éclairé par un flux lumineux de  $900\text{ W/m}^2$ . Il produit alors un courant continu de 3,84 Ampères sous une tension de 26 Volts.

✍ Calculer la puissance absorbée  $P_a$  par le capteur solaire :

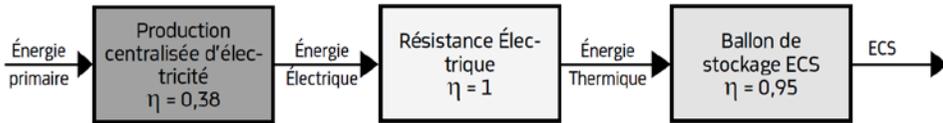
✍ Calculer la puissance électrique utile  $P_u$  produite par le panneau solaire photovoltaïque :

✍ Calculer le rendement  $\eta$  du le panneau solaire photovoltaïque :

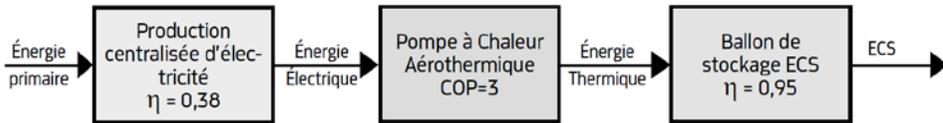
### 3.8. EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UN CHAUFFE-EAU

On souhaite produire de l'eau chaude sanitaire pour couvrir des besoins énergétiques de 2500 kW·h/an. Plusieurs solutions sont possibles :

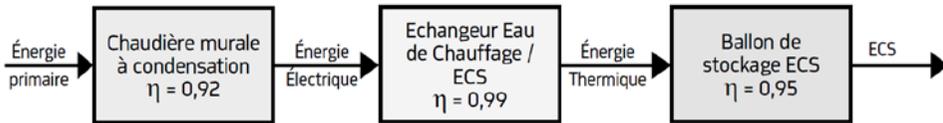
#### ► un chauffe eau électrique



#### ► un chauffe eau thermodynamique



#### ► un chauffe associé à une chaudière Gaz



✎ À partir de la chaîne d'énergie présentée ci-dessus et des rendements donnés, déterminer l'efficacité énergétique  $\eta_{elec}$  du chauffe-eau électrique :

---



---

✎ Calculer l'énergie primaire nécessaire  $E_p$  pour couvrir les besoins énergétiques annuels si on utilise un chauffe-eau électrique :

---



---



---

✎ Refaire ces calculs pour les autres types de chauffe-eau. Reporter les valeurs dans le tableau :

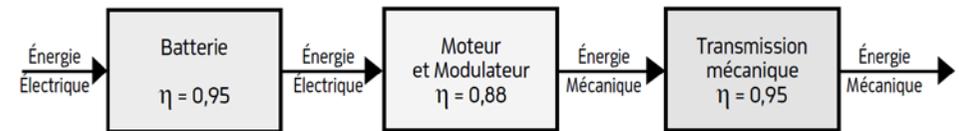
Type de chauffe-eau	Rendement global	Énergie primaire nécessaire
électrique		
thermodynamique		
gaz		

### 3.9. EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UN MOTEUR DE VÉHICULE

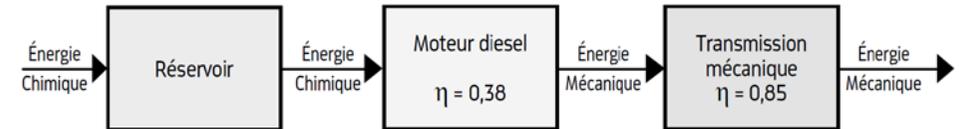
On souhaite comparer les performances énergétiques de deux chaînes d'énergie permettant de motoriser un véhicule automobile. Les besoins énergétiques de ce véhicule en cycle urbain sont estimés à 60 W·h/km.

Les schémas qui suivent présentent les chaînes d'énergies embarquées par le véhicule dans les deux cas, et les valeurs moyennes des rendements de chaque constituant de ces chaînes.

#### ► Moteur électrique



#### ► Moteur thermique diesel



L'énergie électrique n'étant pas une énergie primaire, on donne le rendement moyen des chaînes d'énergies permettant de produire de manière centralisée l'énergie électrique à partir d'énergie dite primaire :  $\eta_{prod} = 0,38$ .

On considérera que l'énergie chimique utilisée à l'entrée du moteur diesel est une énergie primaire.

✎ Calculer la consommation en énergie primaire en Whép/km de chaque solution :

---



---



---



---