

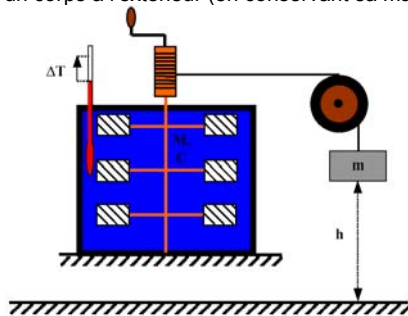
**PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE: PRINCIPE DE L'EQUIVALENCE**

**PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE: PRINCIPE DE L'EQUIVALENCE**

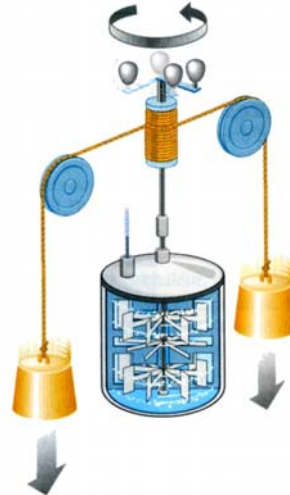
- **PRINCIPE DE L'EQUIVALENCE (Joules 1842)**

L'expérience de Joules vue en introduction permet de montrer que l'énergie mécanique  $W_{12}$  fournie à un système thermodynamique isolé (calorifugé) est égale à la variation d'énergie interne du système  $\Delta U_{12}$ .

$W_{12} = \Delta U_{12}$  (pour un cylindre **parfaitement calorifugé**).  
On rappelle que l'énergie interne = énergie totale que peut fournir un corps à l'extérieur (en conservant sa masse).



- **SYSTEME CALORIFUGE**



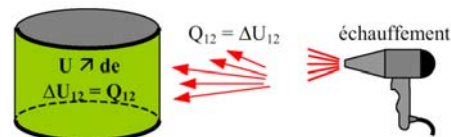
De la même manière, considérons une masse de gaz enfermée dans un cylindre à **parois fixes**. Si on place ce cylindre dans un four et qu'on lui fournit de la chaleur  $Q_{12}$ , nous avons une augmentation de la pression et de la température mais pas de variation de volume.

$W_{12}$  est donc nul.  $W_{12} = 0$

Par contre, la chaleur le gaz reçoit du milieu extérieur par le gaz est égale à la variation d'énergie interne.

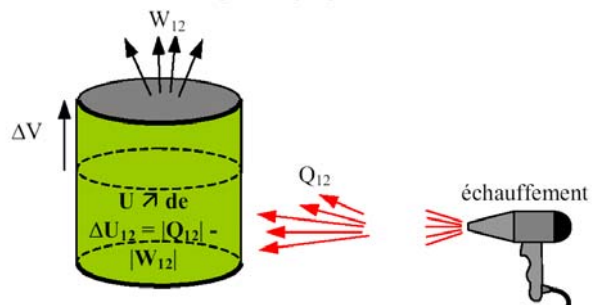
$Q_{12} = \Delta U_{12}$

- **SYSTEME A PAROIS INDEFORMABLES:**



- **SYSTEME A PAROIS DEFORMABLES:**

**Parois déformables** ⇒ perte de  $W_{12}$  lorsque gain de  $Q_{12}$   
⇒  $\Delta U_{12}$  est alors moins grande que prévue :



Si les échanges de chaleur et de travail avec l'extérieur sont possible, alors:

**$W_{12} + Q_{12} = \Delta U_{12}$**

Ce résultat exprime finalement la simple conservation de l'énergie d'un système fermé (rien ne se perd, rien ne se crée) constitue le premier principe de la thermodynamique. Il exprime le fait que l'énergie interne permet, outre un dégagement de chaleur, la production de travail. C'est le principe qui est à l'origine des moteurs thermiques.

⇒  $\Delta U_{12} = |Q_{12}| - |W_{12}|$ , or  $W_{12} < 0$  (car perdu par le gaz) et  $Q_{12} > 0$  (car gagné) ⇒  $\Delta U_{12} = W_{12} + Q_{12}$  en valeurs algébriques.

**Le premier principe exprime le bilan des énergies échangées:**

**$W_{12} + Q_{12} = U_2 - U_1$**

Rappel:  $W_{12}$  et  $Q_{12} < 0$  si ils sont perdus par le système.

• PRINCIPE DE L'EQUIVALENCE POUR UN CYCLE THERMODYNAMIQUE.

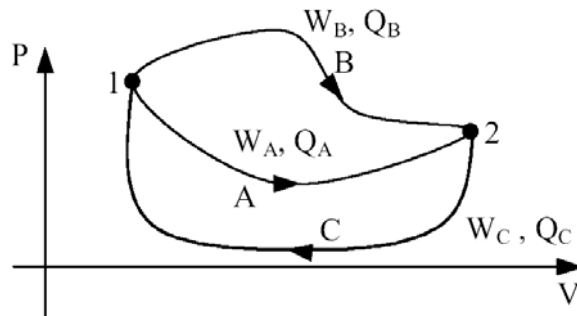
Dans beaucoup de cas, un fluide subit une série de transformations pour finir dans le même état que l'état initial (P,V,T). Cela permet d'obtenir des transformations continues (moteurs).

Dans ce cas, l'énergie interne n'a pas varié: si de l'énergie interne a été perdue au cours d'une transformation, elle a été regagnée au cours d'une transformation suivante.

$$\Delta U_{\text{cycle}} = 0$$

**Au cours d'un cycle thermodynamique, la somme algébrique des quantités de chaleur et de travail reçues ou fournies par le système est nulle.**

• CYCLE THERMODYNAMIQUE:



$$W_{12} + Q_{12} = 0$$

$\Delta U = 0$  n'est donc pas restreint aux transformations isolées (pas d'échange d'énergie avec l'extérieur), mais également aux transformations cycliques, type moteur par exemple (voir cours n°7).

$$W_{\text{cycle}} + Q_{\text{cycle}} = 0$$

$$W_{12} + Q_{12} + W_{23} + Q_{23} + W_{34} + Q_{34} + W_{41} + Q_{41} = 0$$

$$(W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{41}) + (Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}) = 0$$

$$W_{\text{cycle}} = - Q_{\text{cycle}}$$

