

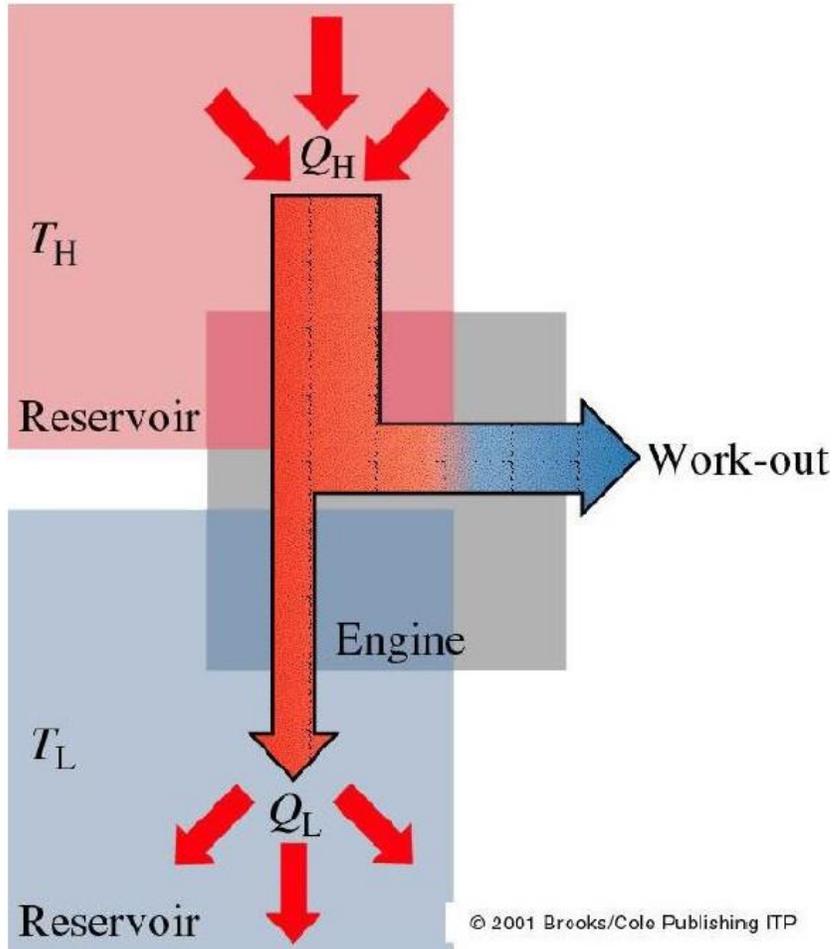
# Moteurs thermiques

**Dispositifs cycliques qui convertissent l'énergie thermique en travail.**

Un fluide subit des processus de détente et de compression.

Le processus cyclique ramène le système dans son état initial.

*La température des réservoirs n'est pas affectée par les échanges de chaleur.*



$$\Delta U = 0 = W + Q = W + Q_H + Q_L$$

$$Q_H > 0$$

$$Q_L < 0$$

$$W < 0$$

$$W = -(Q_H + Q_L)$$

# Cycle de Carnot

## RÉFLEXIONS

SUR

## LA PUISSANCE MOTRICE DU FEU

ET SUR

LES MACHINES PROPRES A DÉVELOPPER CETTE PUISSANCE <sup>(1)</sup>.

PAR S. CARNOT,

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

(Paris, Bachelier, 1824.)



**Sadi Carnot**  
(1796-1832)

Personne n'ignore que la chaleur peut être la cause du mouvement, qu'elle possède même une grande puissance motrice : les machines à vapeur, aujourd'hui si répandues, en sont une preuve parlant à tous les yeux.

C'est à la chaleur que doivent être attribués les grands mouvements qui frappent nos regards sur la terre; c'est à elle que sont dues les agitations de l'atmosphère, l'ascension des nuages, la chute des pluies et des autres météores, les courants d'eau qui sillonnent la surface du globe et dont l'homme est parvenu à employer pour

---

<sup>(1)</sup> L'Ouvrage de Sadi Carnot que nous réimprimons est complètement épuisé depuis longtemps. Tiré à un petit nombre d'exemplaires, ce mémorable travail est resté longtemps inconnu aux premiers auteurs de la Thermodynamique. C'est pour rendre service aux savants, privés de la lecture d'un Ouvrage resté presque inédit, pour rendre un hommage éclatant et exceptionnel à la mémoire de Sadi Carnot que la Rédaction des *Annales scientifiques de l'École Normale* réimprime aujourd'hui ses *Réflexions sur la puissance motrice du feu*.

(Note du Directeur.)

# Cycle de Carnot

Cycle idéal proposé par Sadi Carnot pour comprendre les limites des processus en jeu dans les machines thermiques.

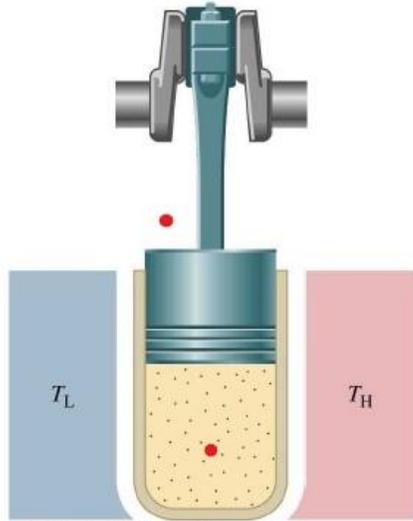
*Idéal = efficacité maximale (pas de pertes)*

*=> Limite supérieure de toute machine thermique*

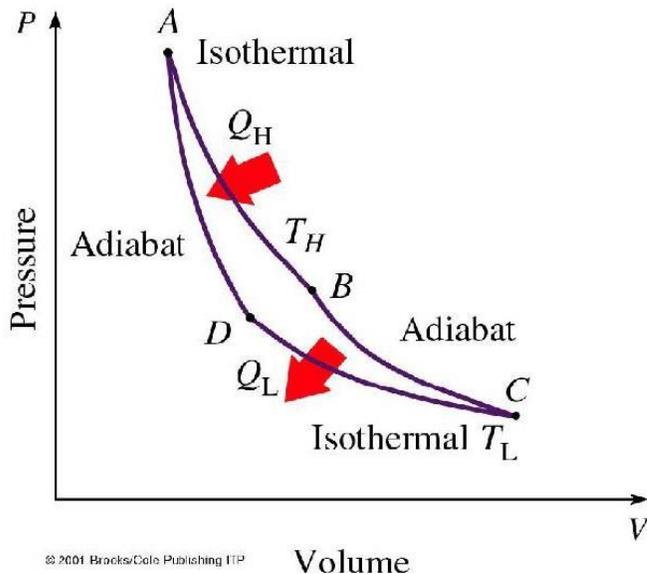
- Un cylindre fermé contenant un gaz.
- Un réservoir à  $T_H$  constitue la source chaude.
- Un réservoir à  $T_L$  constitue la source froide.



**Sadi Carnot**  
(1796-1832)



© 2001 Brooks/Cole Publishing ITP

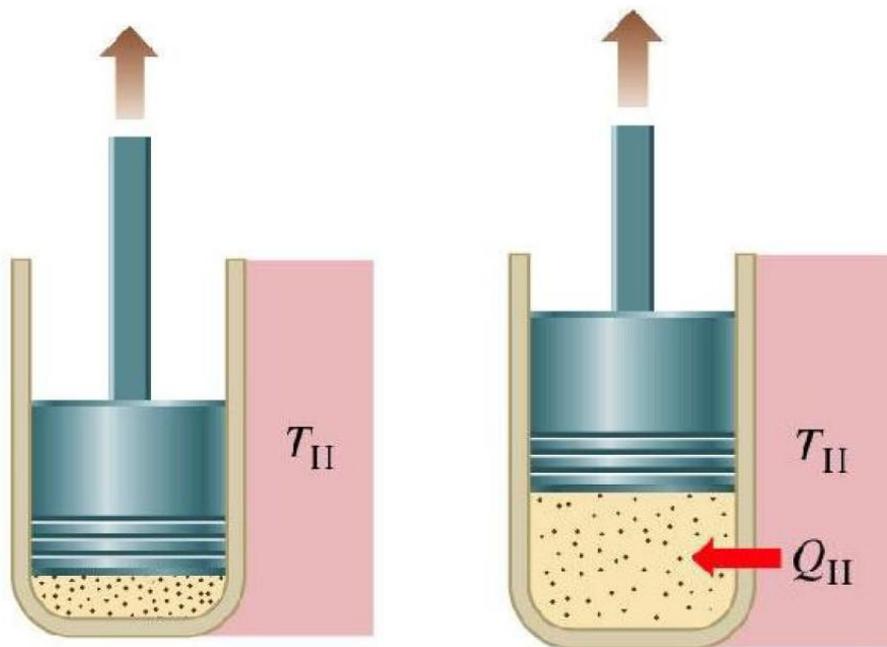


© 2001 Brooks/Cole Publishing ITP

En A : le système est en contact avec la source chaude et se détend jusqu'en B  
En B: le cylindre est isolé et poursuit la détente jusqu'en C  
En C : le système est en contact avec la source froide et se comprime jusqu'en D  
En D : le système est isolé et poursuit la compression jusqu'en A

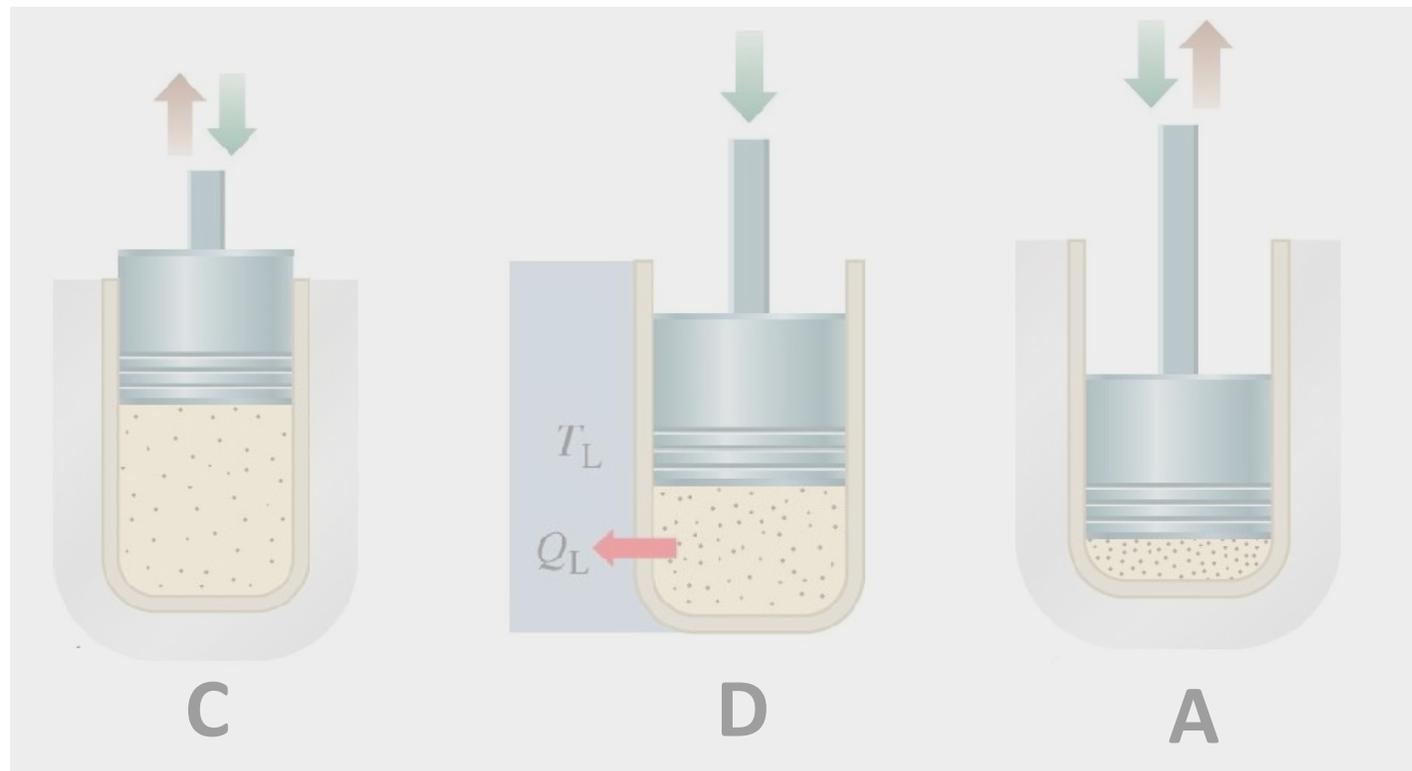
La partie ABC représente la détente : c'est la course motrice, car le gaz effectue un travail positif sur le milieu extérieur.

La partie CDA du cycle rejette une quantité de chaleur et le milieu extérieur effectue un travail sur lui.



**A**

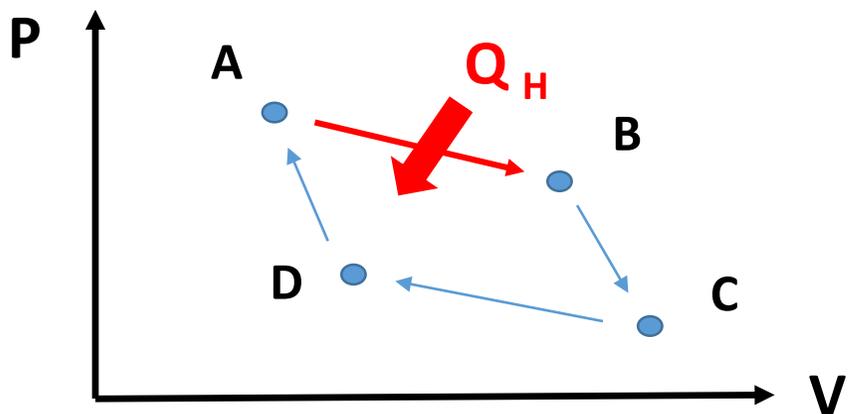
**B**



**C**

**D**

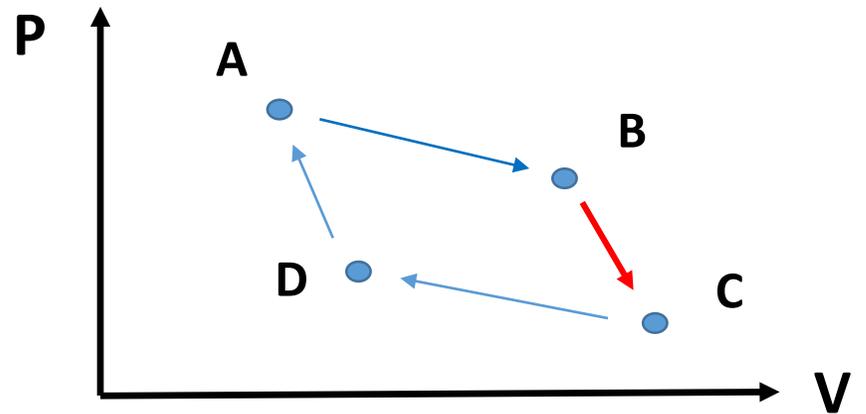
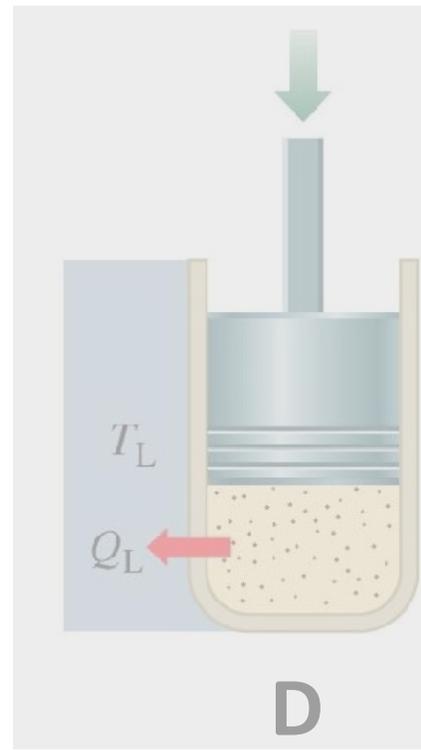
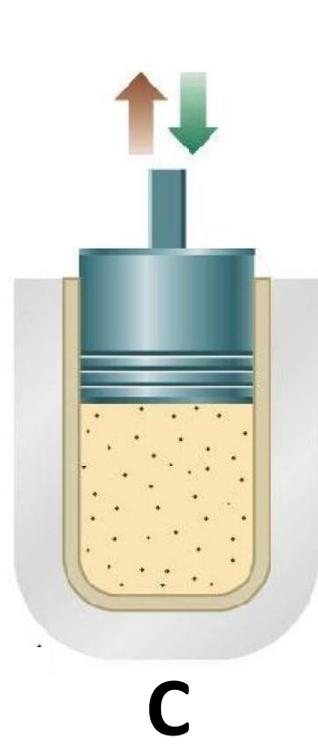
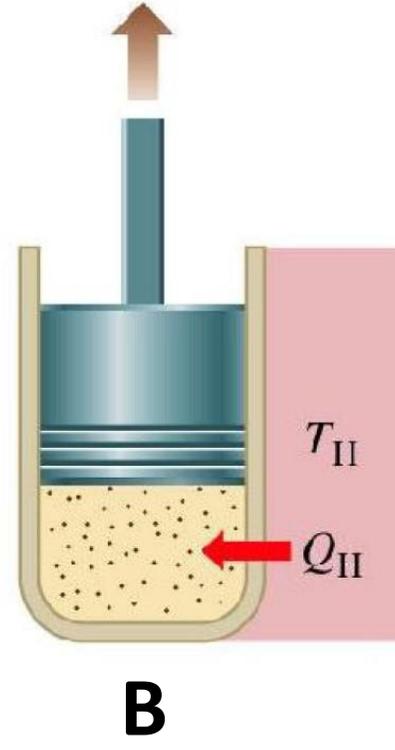
**A**



**A → B : détente isotherme (à  $T_H$ )**

$$\Delta U = 0 \quad W < 0 \quad Q > 0$$

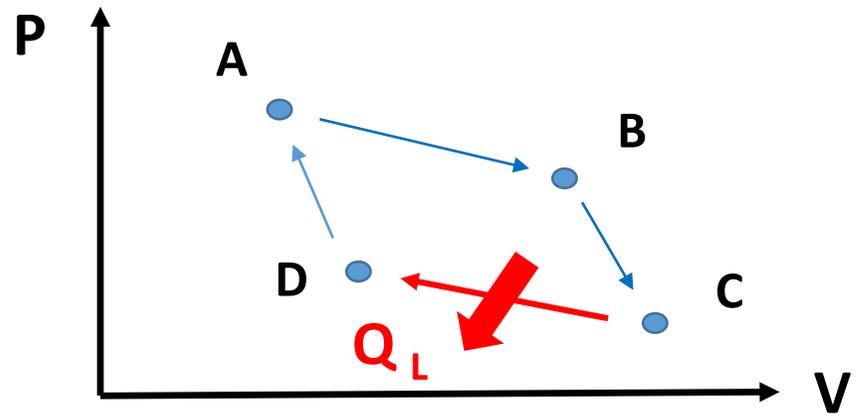
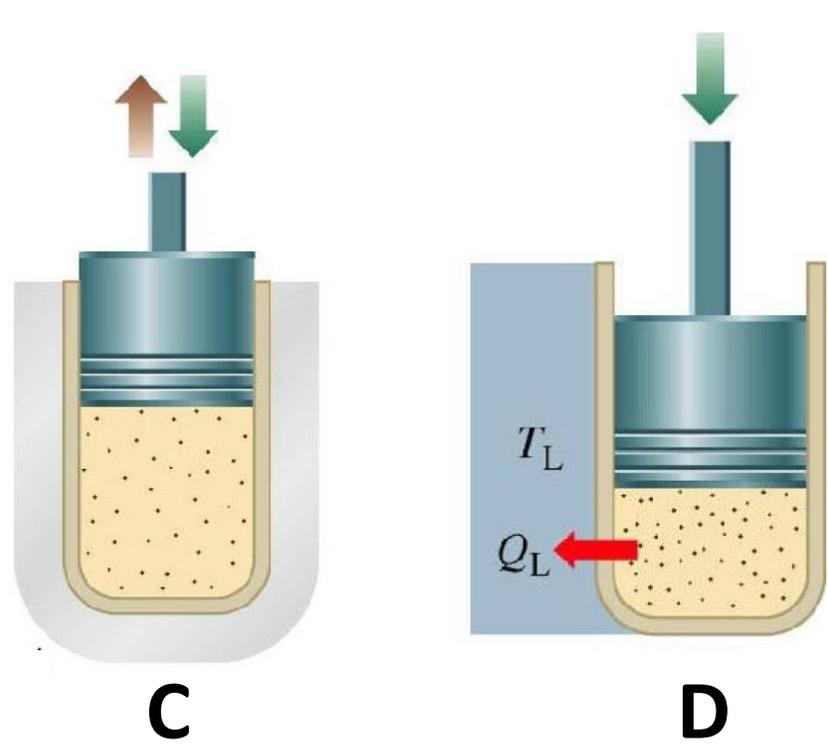
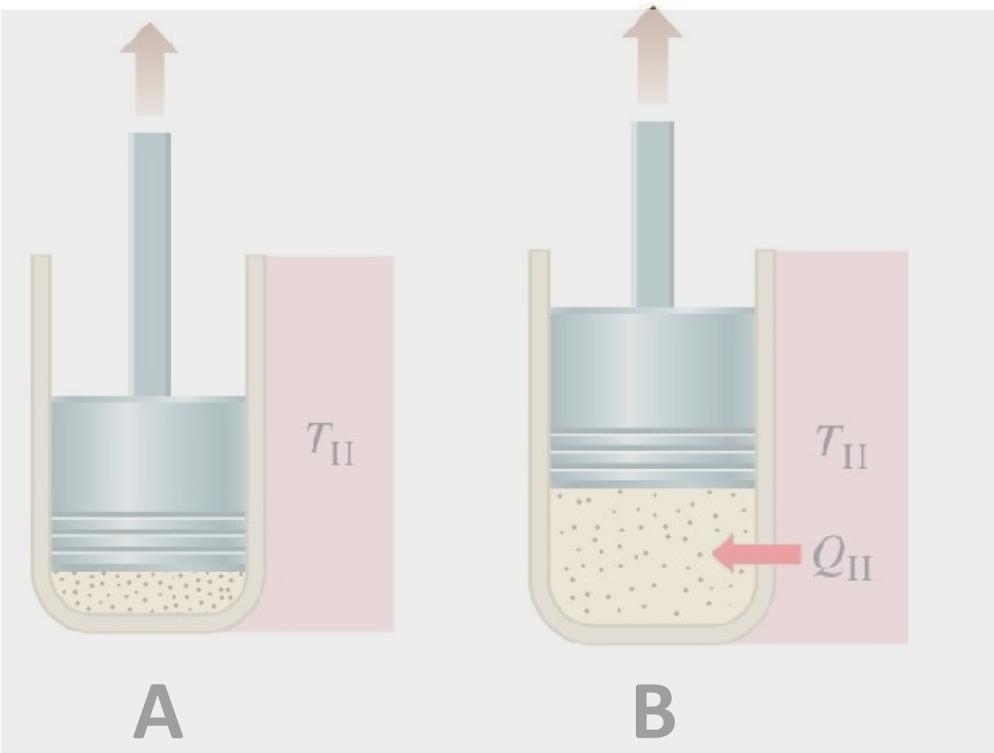
le gaz reçoit une quantité de chaleur  $Q_H$  du réservoir à haute température  $T_H$ . Le gaz se dilate et fournit un travail à l'extérieur.



**B → C : détente adiabatique**

On passe de  $T_H$  à  $T_L$  sans échange de chaleur,  $Q=0$

$\Delta U = W$  avec  $W < 0$        $Q = 0$

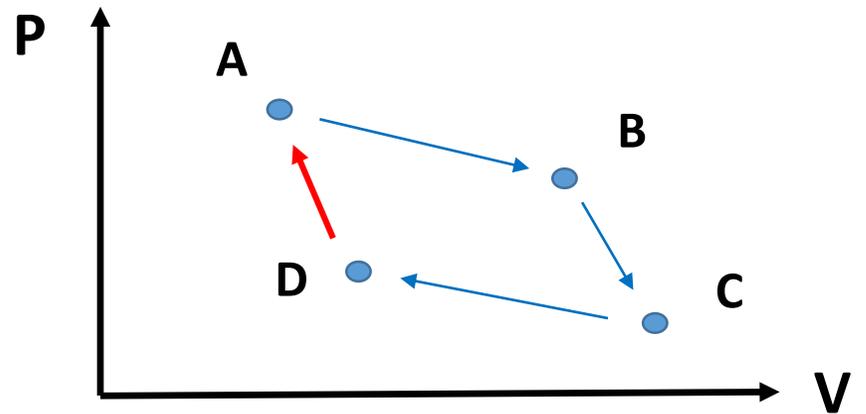
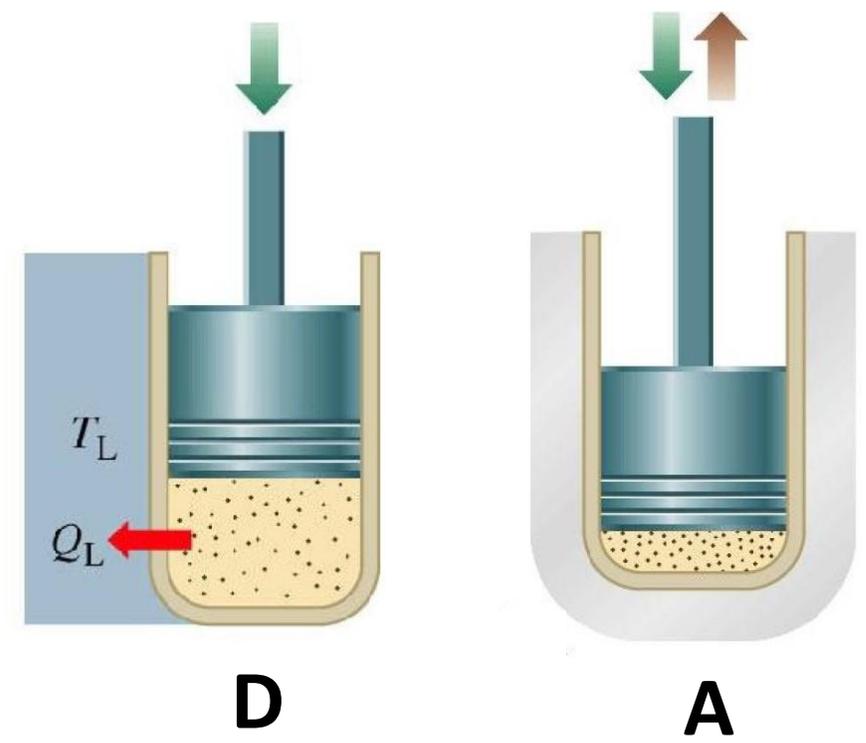
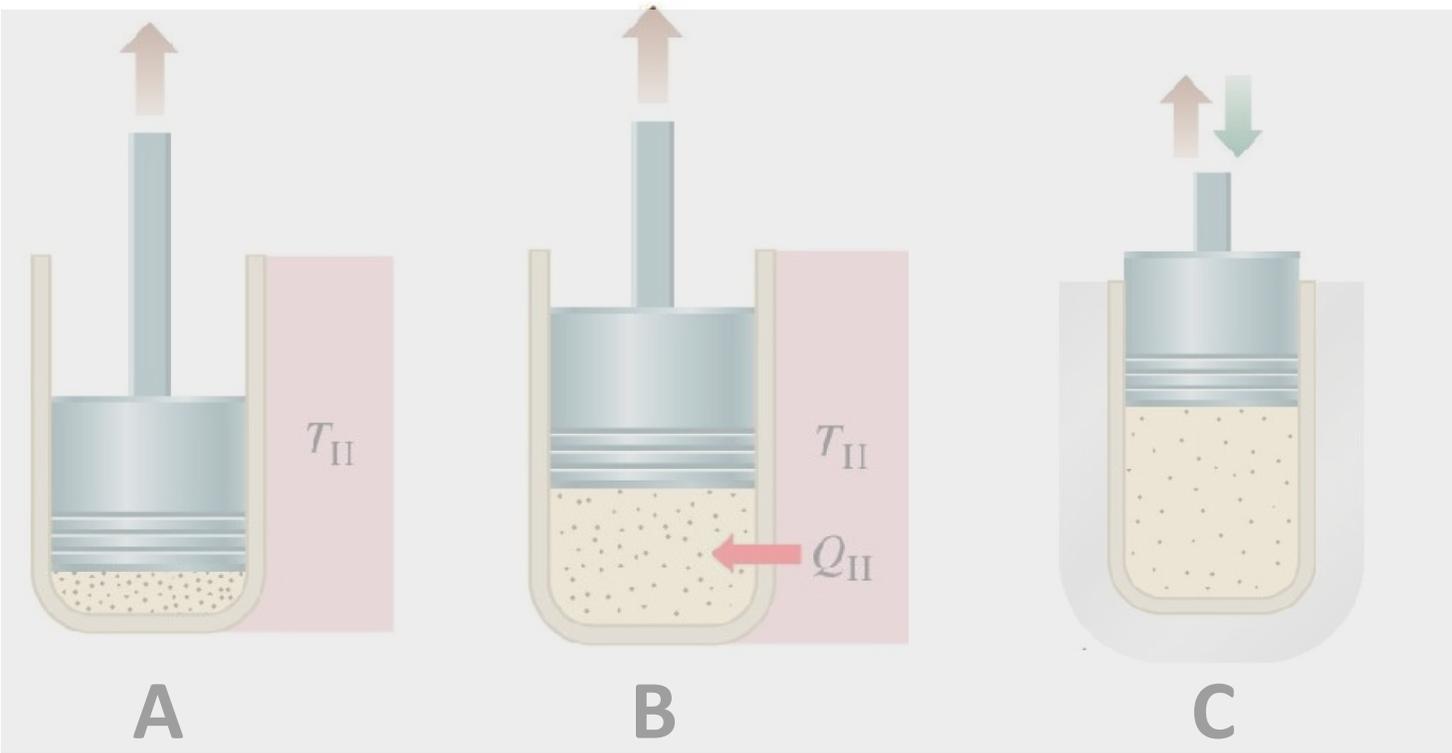


en C on met le cylindre en contact avec le réservoir froid à  $T_L$

**C → D : compression isotherme (à  $T_L$ )**

$$\Delta U = 0 \quad W > 0 \quad \text{et} \quad Q < 0$$

le gaz transmet une quantité de chaleur  $-Q_L$  au réservoir à  $T_L$

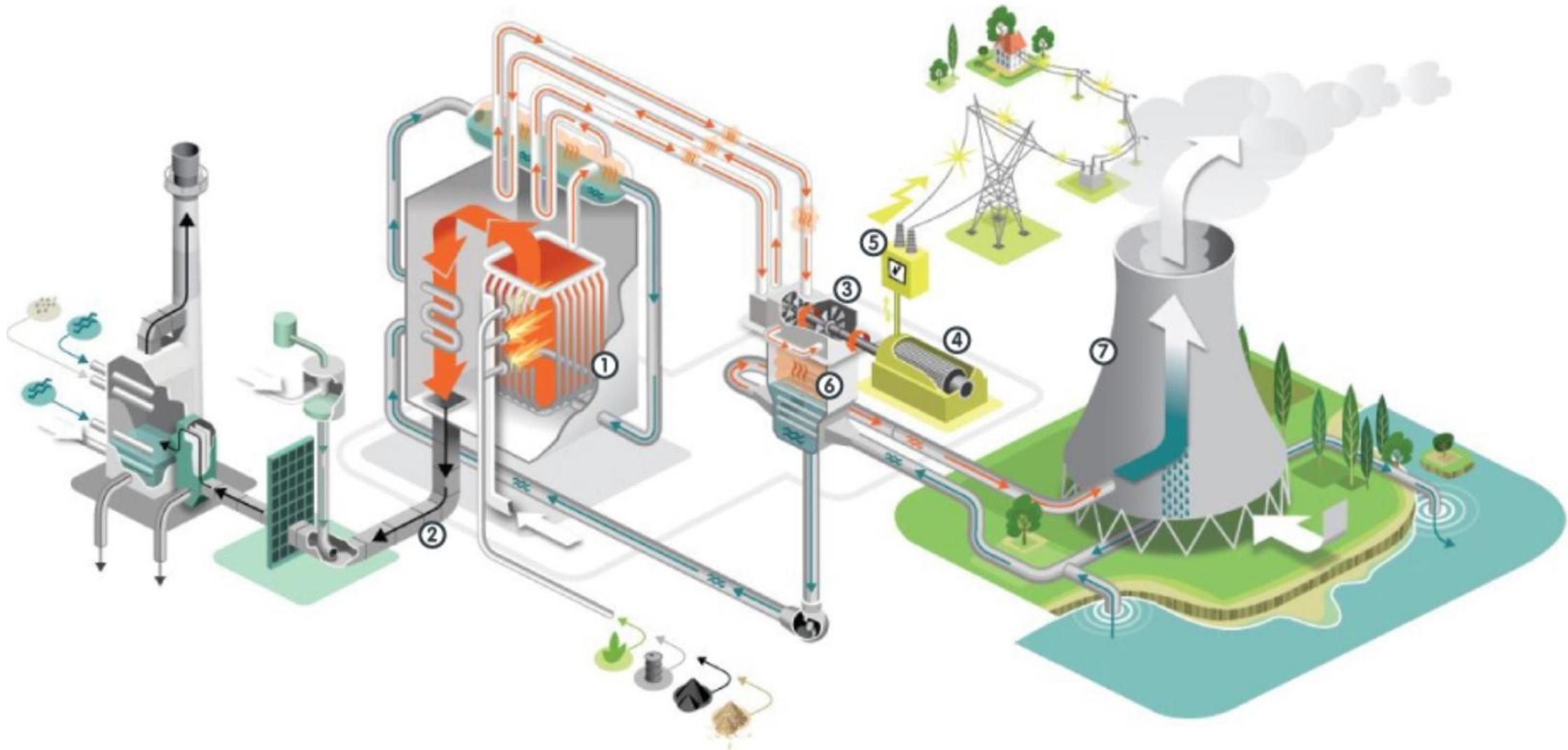


**D → A : compression adiabatique**

On passe de  $T_L$  à  $T_H$  sans échange de chaleur,  $Q=0$

$\Delta U = W$  avec  $W > 0$        $Q = 0$

# Exemples de machine thermique



*Centrale électrique thermique au gaz*