

THERMODYNAMIQUE

1^{er} principe de la thermodynamique

Travail, chaleur et énergie interne

Transformations d'état

Cycles et machines thermiques

Rendement d'une machine thermique

Cycle de Carnot

Moteur de Stirling

2^{ème} principe de la thermodynamique, Entropie

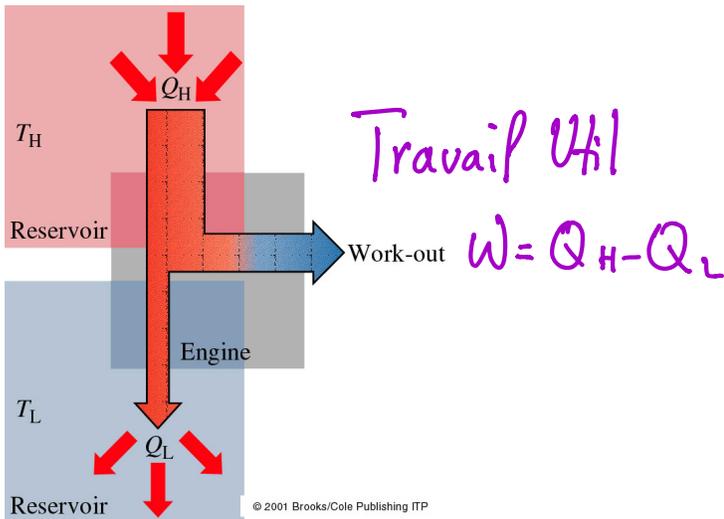
PGC-11

RÉSUMÉ - MACHINES

$$\eta = \frac{Q_L}{W}$$

$$\eta \leq \frac{T_L}{T_H - T_L} \quad \text{carnot}$$

Machine thermique

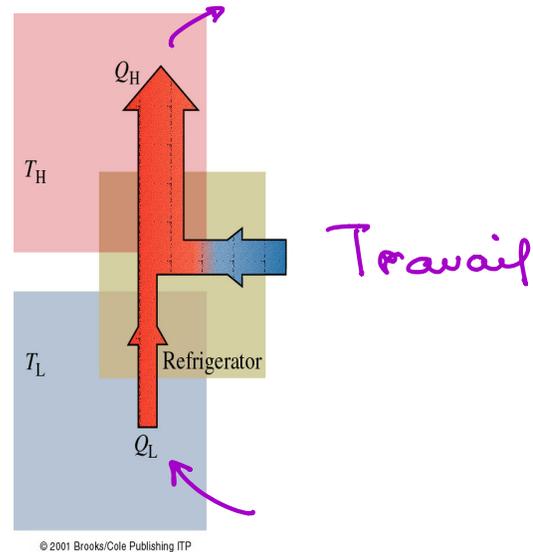


Travail Utile
Work-out $W = Q_H - Q_L$

$$\Gamma = \frac{W}{Q_H} = \frac{\text{gagne}}{\text{paye}}$$

$$\Gamma < 1 - T_L / T_H \quad \text{carnot}$$

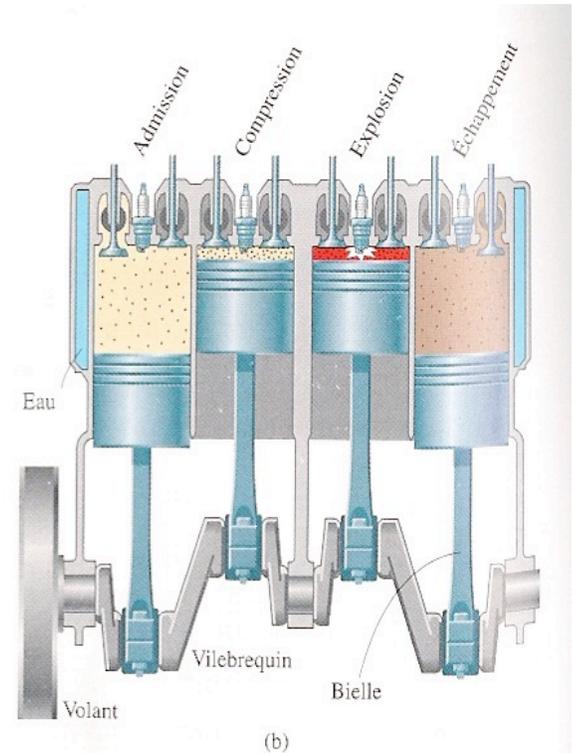
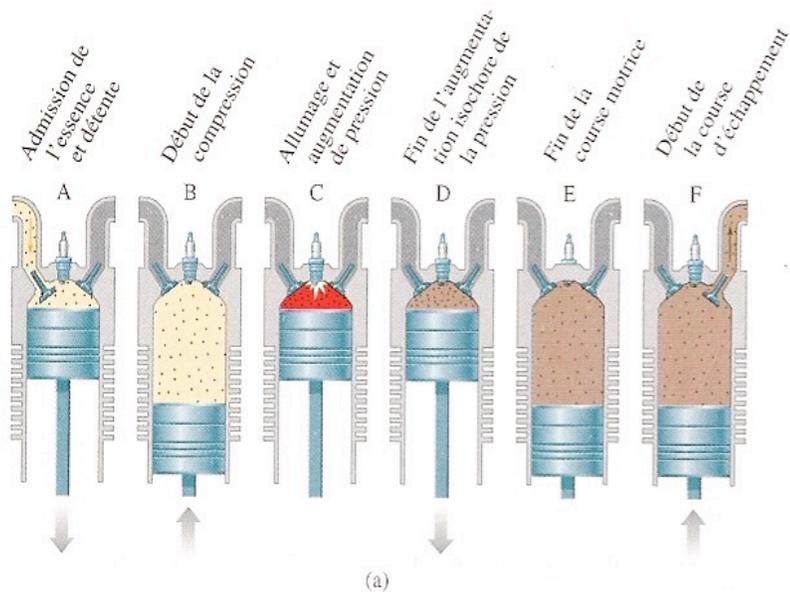
Réfrigérateur



Travail

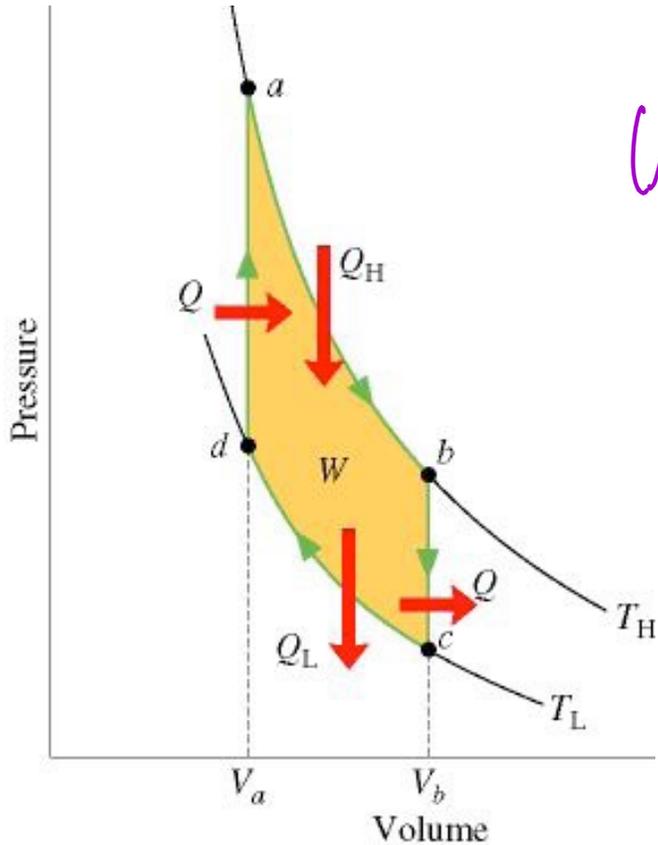
COMBUSTION INTERNE

Carnot avait mentionné les possibilités de faire tourner un moteur en enflammant un gaz dans un cylindre, mais c'est J. Lenoir qui conçoit le premier moteur à combustion interne en 1859. Le premier moteur fut construit par N. Otto pour lequel il obtint un brevet.



MOTEUR DE STIRLING – 0.

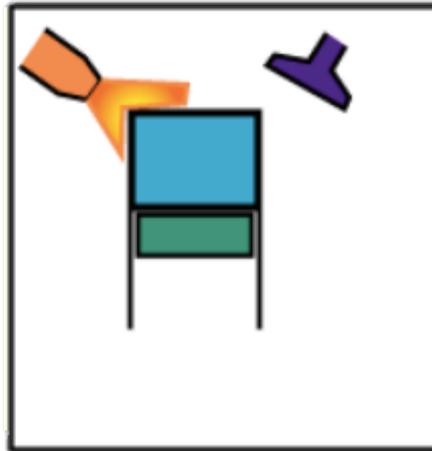
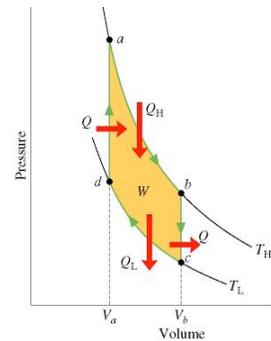
Wcycle



MOTEUR DE STIRLING – 1.

Un chauffage isochore

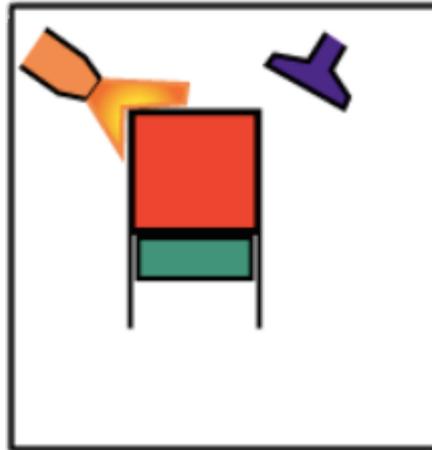
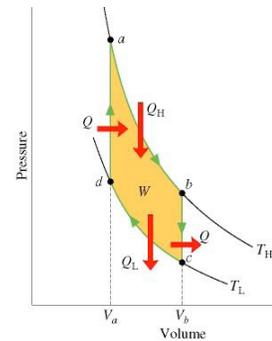
Le brûleur (la source chaude) cède de l'énergie thermique. On s'imagine aisément que la pression et la température du gaz augmentent durant cette phase.



MOTEUR DE STIRLING – 2.

Une détente isotherme

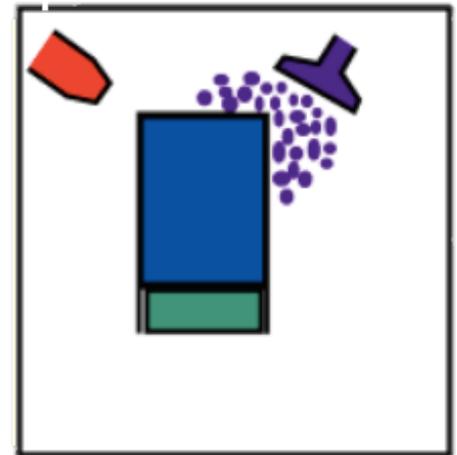
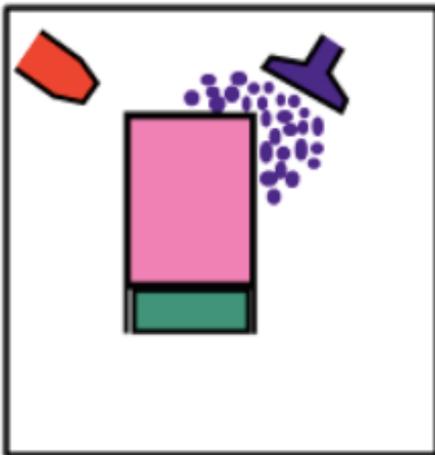
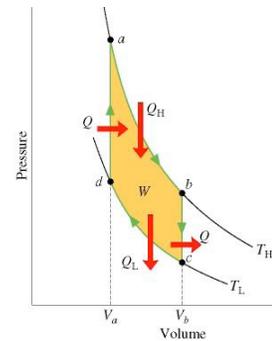
Le volume s'accroît alors que la pression diminue. C'est pendant cette transformation que l'énergie motrice est produite.



MOTEUR DE STIRLING – 3.

Un refroidissement isochore

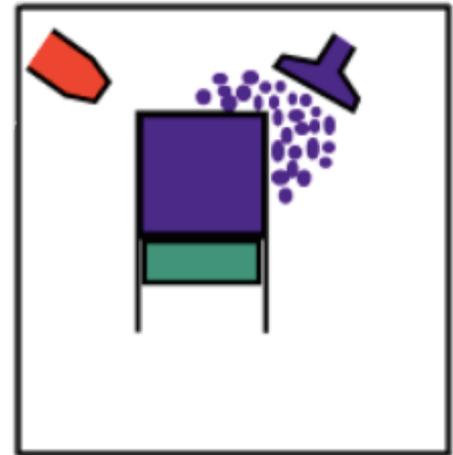
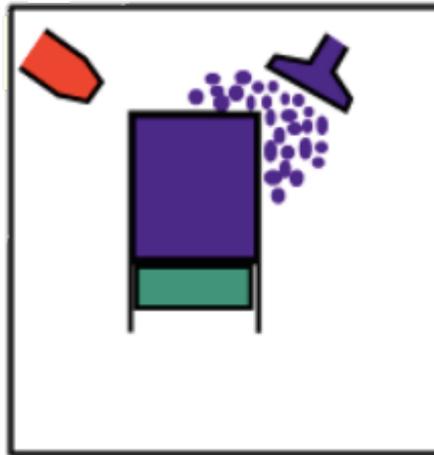
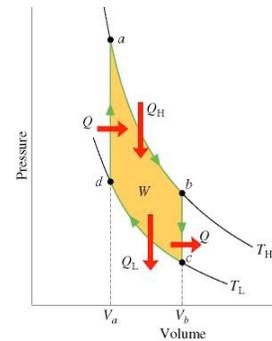
L'eau projetée (la source froide) récupère de l'énergie thermique. La température et la pression diminuent pendant cette phase.



MOTEUR DE STIRLING – 4.

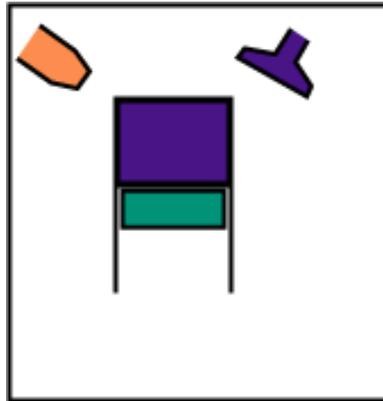
Une compression isothermique

La pression du gaz augmente au fur et à mesure que son volume diminue.



MOTEUR DE STIRLING – 5.

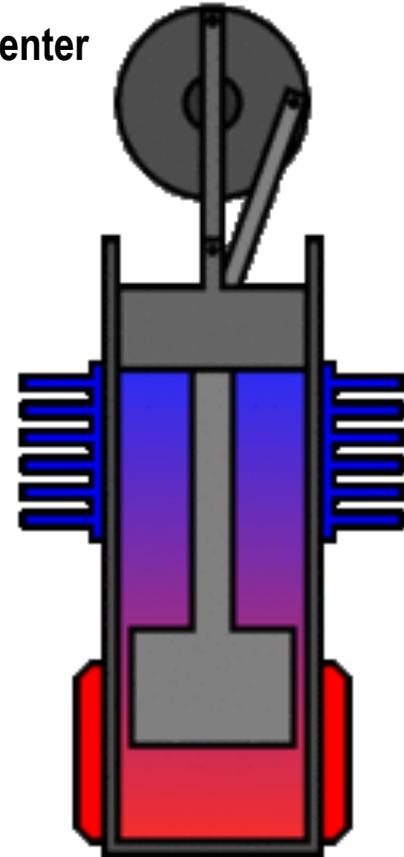
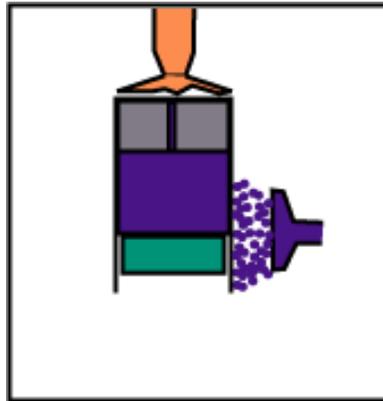
Il est peu pratique d'alterner la source thermique pour implémenter ces cycles thermiques dans un moteur.



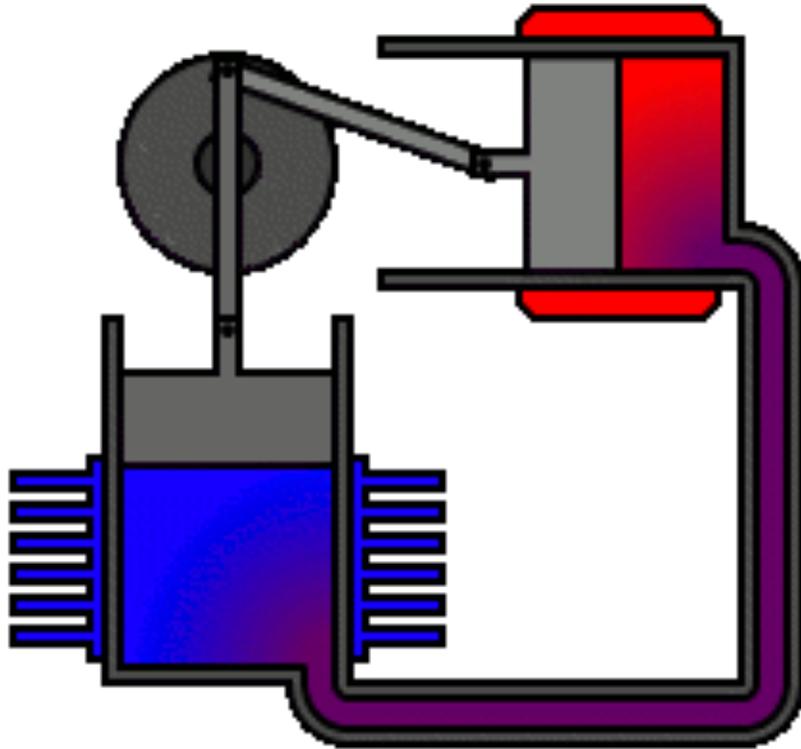
MOTEUR DE STIRLING – 6.

Il est peu pratique d'alterner la source thermique pour implémenter ces cycles thermiques dans un moteur.

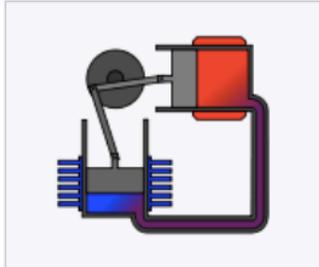
1817: Révérend Robert Stirling met au point un mécanisme qui réalise un moteur fonctionnel basé sur ces principes de thermodynamiques.



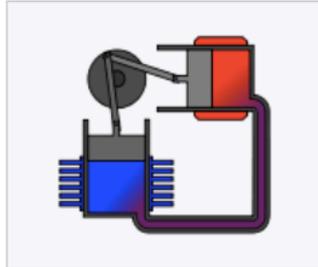
MOTEUR DE STIRLING – 7.



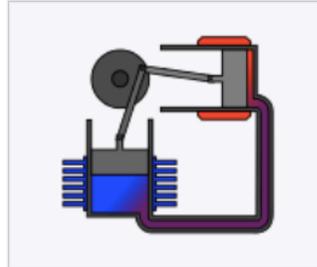
MOTEUR DE STIRLING – 8.



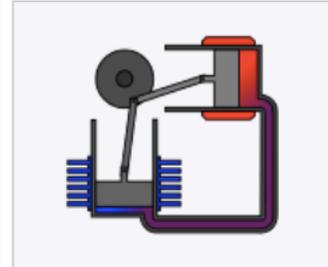
1. Le gaz de travail, chauffé au contact des parois du **cylindre chaud**, tend à occuper plus de place et repousse le **piston chaud** au fond de sa course (vers la gauche). Lorsqu'il est arrivé en butée, l'expansion du gaz se poursuit en direction du **cylindre froid** et repousse le **piston froid** (vers le haut). Ces mouvements sont transmis à la roue.



2. Le gaz est maintenant à son volume maximal. La roue transmet son mouvement au **piston chaud** (vers la droite), ce qui envoie la plus grande partie du gaz vers le **cylindre froid**, où il va se refroidir.



3. Presque tout le gaz est maintenant dans le **cylindre froid** et le refroidissement du gaz continue. La pression du gaz est à son minimum. Il se contracte et le **piston froid** redescend.



4. Le gaz est maintenant à son volume minimum et le **piston chaud** est tiré vers la gauche par la roue et les transmissions. Le gaz est ainsi aspiré dans le **cylindre chaud**. Comme il se réchauffe, son volume augmente et le cycle recommence.

Source: wikipedia

DEUXIÈME PRINCIPE

Énoncé de Kelvin-Planck

Il n'existe aucun processus cyclique ayant pour seul résultat de transformer entièrement en travail, une quantité de chaleur Q provenant d'une source à température unique (de telle manière que $W_s = Q$).

Formulation de Clausius:

Il ne peut y avoir de processus cyclique dont le résultat consiste à libérer la chaleur produite par un système à une température donnée pour en transmettre une quantité égale à un second système de température plus élevée.

ENTROPIE

L'entropie donne la direction dans laquelle évolue un système. Dans un processus irréversible pour un système fermé, l'entropie du système augmente toujours : elle ne décroît jamais.

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{Q}{T}$$

L'entropie d'un système:

augmente quand il reçoit de la chaleur

diminue quand il perd de la chaleur

reste inchangée par un travail effectué en absence de frottement.

CYCLE DE CARNOT ET ENTROPIE

• $A \rightarrow B$ $\Delta S_H = \frac{Q_H}{T_H}$

• $B \rightarrow C$ $Q=0$ $\Delta S=0$

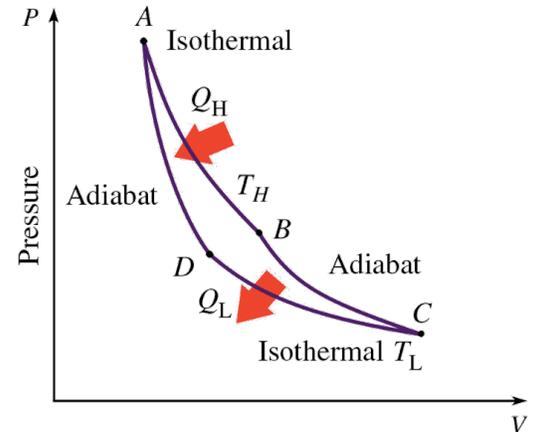
• $C \rightarrow D$ $\Delta S_L = \frac{Q_L}{T_L}$

• $D \rightarrow A$ $Q=0$ $\Delta S=0$

$$\Delta S = \Delta S_H - \Delta S_L = \frac{Q_H}{T_H} - \frac{Q_L}{T_L}$$

$$\frac{Q_H}{T_H} = \frac{Q_L}{T_L} \quad (\text{Carnot})$$

$\Delta S = 0$



ORDRE ET DESORDRE

Chaque transformation augmente l'entropie de l'Univers ou, au mieux, la laisse inchangée.

History of the Universe

