

# Utilisation des diagrammes enthalpiques pour les machines thermiques

Niveau : L2

# Prérequis

- 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> principe de la thermodynamique
- Notions d'entropie, d'enthalpie, énergie interne,...



Sadi Carnot

Rudolf Clausius

Une **machine thermique** est un système thermodynamique qui effectue une transformation cyclique : elle revient après contacts et échanges avec le milieu extérieur dans un état final identique à son état initial. Lorsqu'une machine ne reçoit de l'extérieur que du **travail mécanique** et de la **chaleur**, elle est dite **thermique**. (*Bernard Diu*)

-> A travers l'étude de diagrammes enthalpiques pour les machines thermiques, comment comprendre l'intérêt qu'y portent certains ingénieurs dans le cadre du développement durable ?

**Expression du 1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique pour une machine thermique :**

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

**Expression du 2<sup>nd</sup> principe de la thermodynamique pour une machine thermique pour une transformation irréversible :**

$$\Delta S = 0 \geq \oint \frac{dQ}{T_{ext}}$$

## Conséquences sur les machines monothermes

- **Enoncé de Kelvin – Planck :**

« Il est impossible de réaliser un processus dont le seul résultat serait la transformation intégrale en travail d'une quantité de chaleur fournie par un thermostat unique ».

**Il n'existe pas de moteur en contact avec une unique source thermique.**

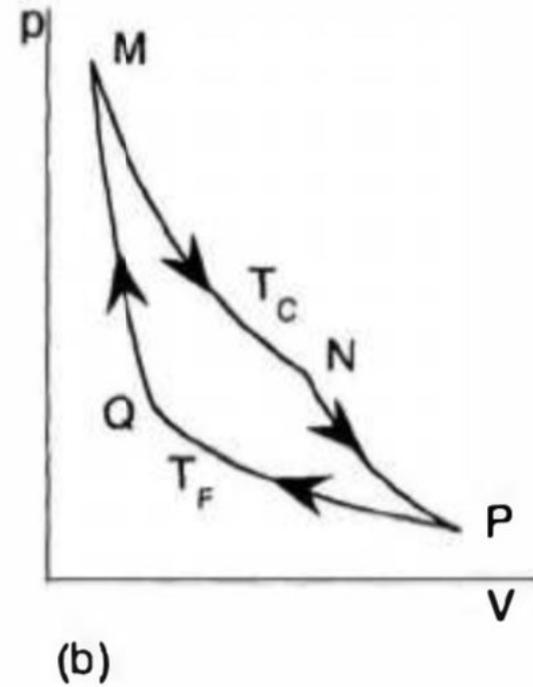
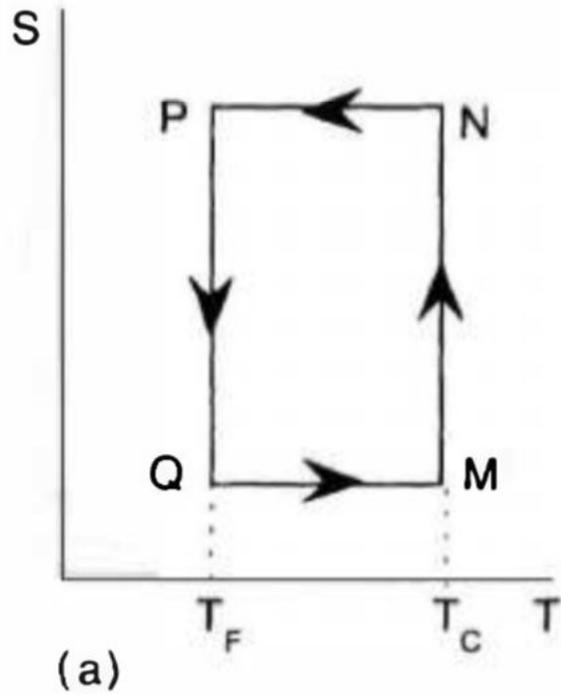
- Si la machine reçoit du travail ( $W > 0$ ) et qu'elle restitue au milieu extérieur de la chaleur ( $Q < 0$ ), le premier principe affirme que le travail est en totalité transformé en chaleur.

$$\eta = 1$$

*Dans le cadre de ce cours nous nous intéresserons uniquement aux machines dithermes.*



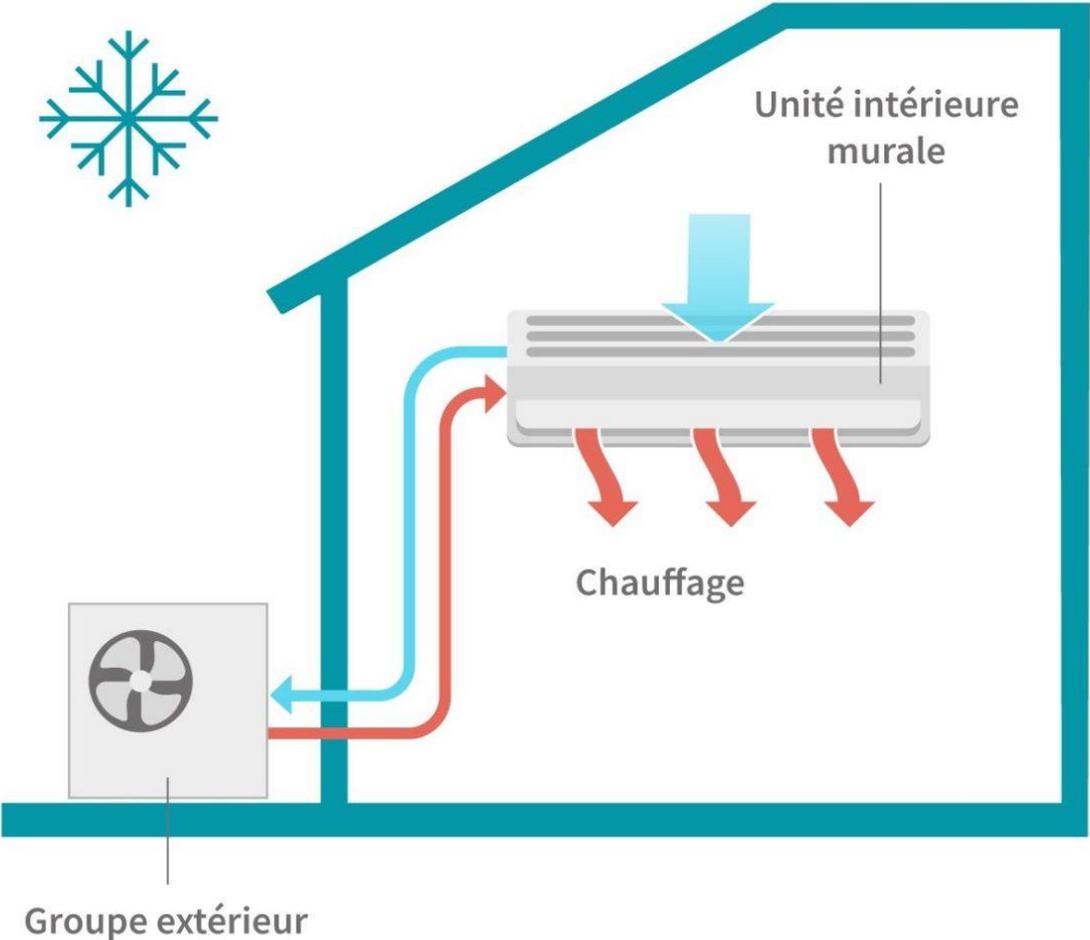
# Cycle de Carnot



Cycle d'un moteur de Carnot

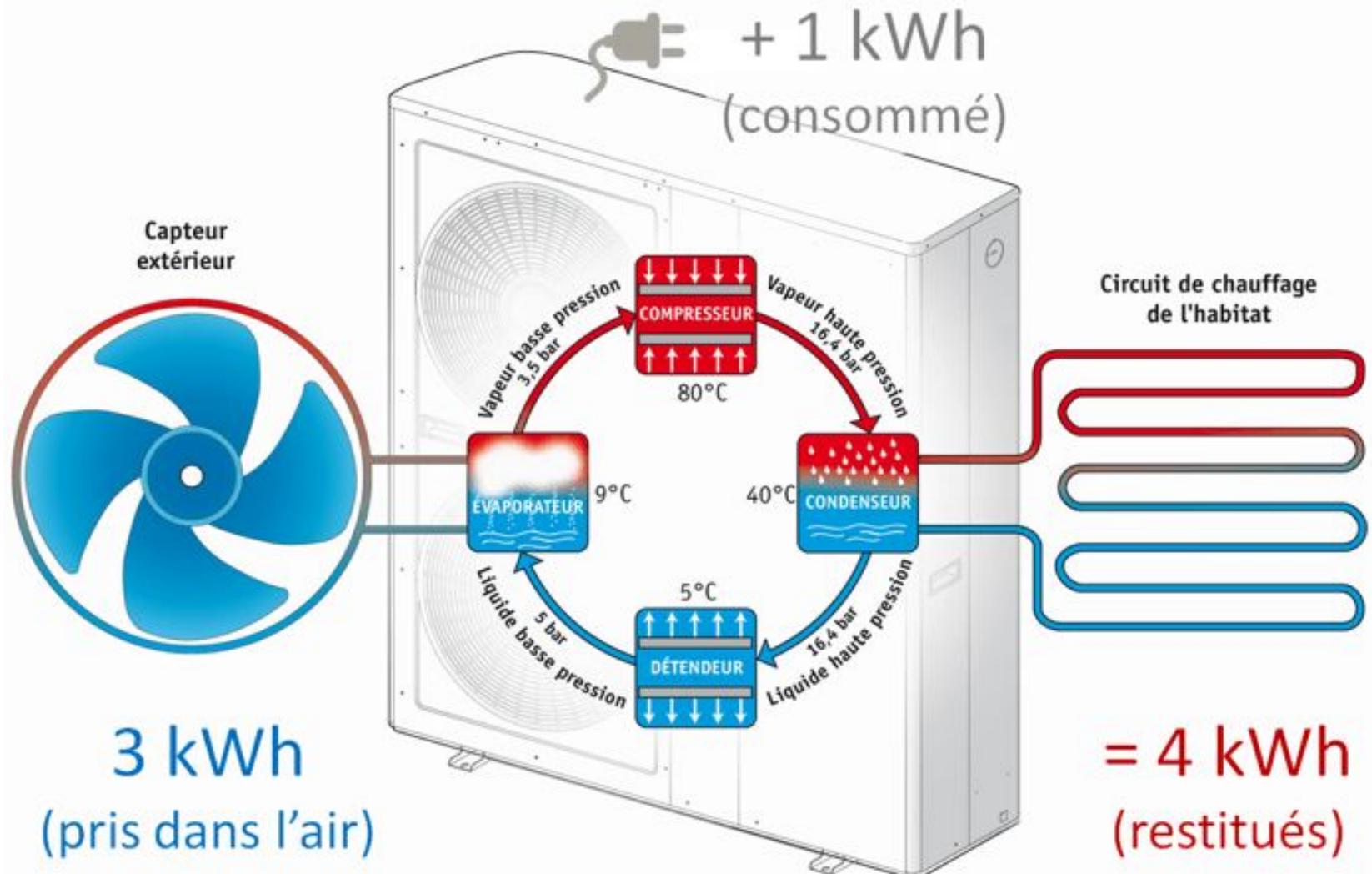


# Pompe à chaleur – modèle idéal

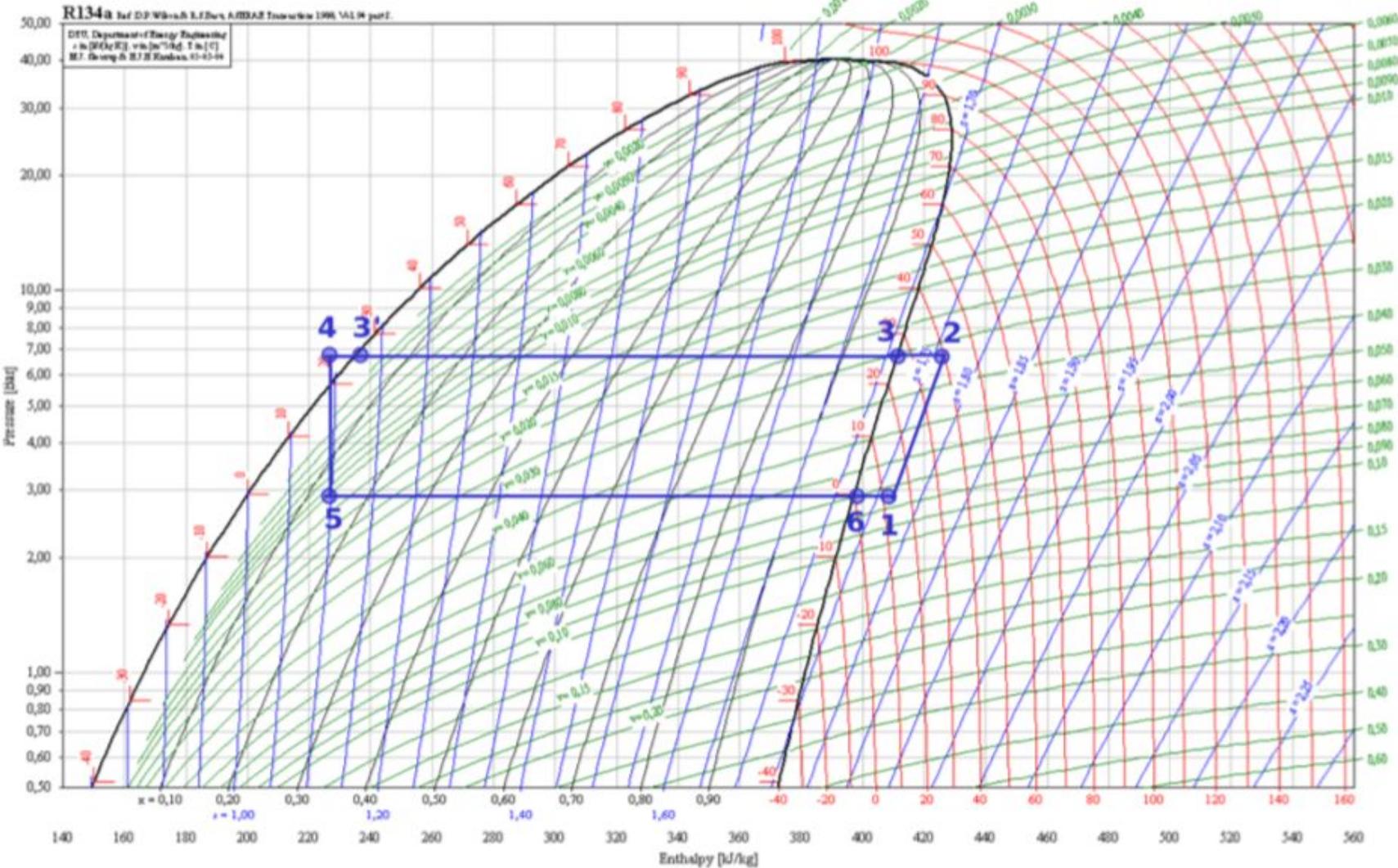




## Pompe à chaleur – modèle réel – cycle de Rankine



# Pompe à chaleur – Cycle de Rankine - diagramme des frigoristes





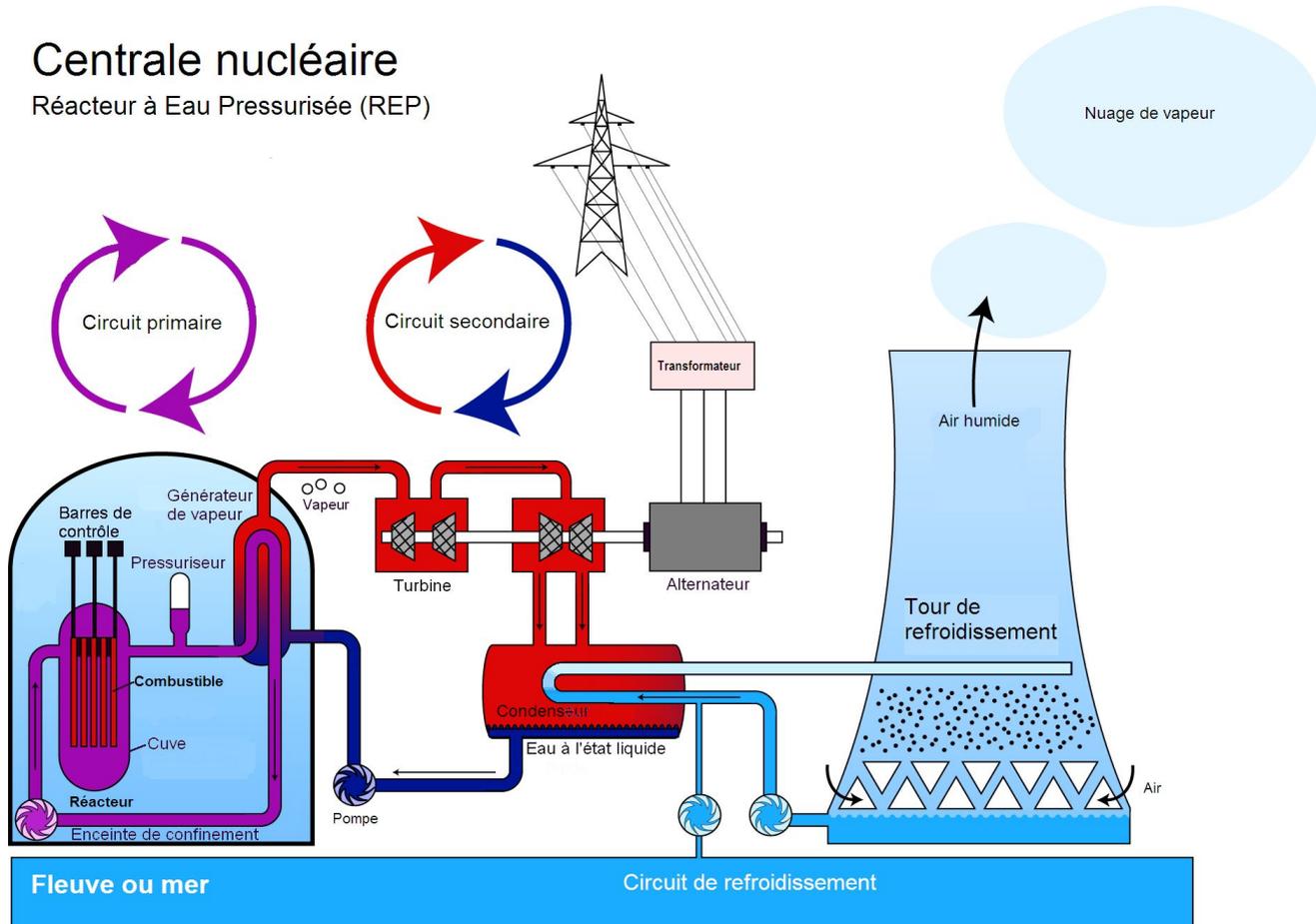
	<b>Pompe à chaleur</b>	<b>Radiateur électrique</b>
<b>Rendement</b>	9,0 (plutôt 4 par calculs en laboratoire)	1 au maximum
<b>Conditions de fonctionnement</b>	Rendement chute quand l'écart de température entre source chaude et source froide augmente : fonctionne mal dans des régions dans lesquelles l'hiver est très rude.	Le COP est toujours de 1 : pour 1 kWh acheté au réseau électrique, 1 kWh d'énergie thermique est restitué.
<b>Ecologie</b>	Attention au fluide frigorigène utilisé	Énergie électrique carbonée en hiver si fortes demandes sur le réseau





# Centrale nucléaire

Réacteur à Eau Pressurisée (REP)



# Sources images

- Carnot : Wikipédia
- Clausius : Wikipédia
- Pompe à chaleur : révolution énergétique
- Cycle d'un moteur de Carnot : « Thermodynamique », Bernard Diu, 2007