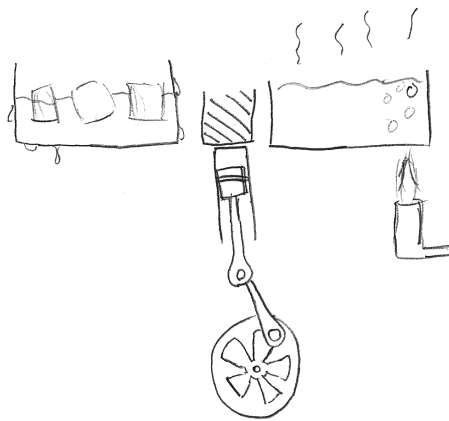


# Cours 6

## Cycles thermodynamiques



Turn giddy, and be holp by backward turning

BENEVOLIO — *Romeo & Juliet*, I ii

~ nota bene ~

- Ces diapositives servent de support en classe ; elles n'ont pas vocation de remplacer un polycopié (ou un bon livre!)
- Certaines diapositives paraîtront inévitablement ambiguës ; attention à ne pas les interpréter sans l'aide des documents de cours.

Vos retours d'opinion sont les bienvenus :

[olivier.cleynen@ariadacapo.net](mailto:olivier.cleynen@ariadacapo.net)

Ces documents de cours sont téléchargeables  
à l'adresse

<http://thermo.ariadacapo.net/>

Ce document est publié  
sous licence Creative Commons.



Certains documents sont le fruit du travail des auteurs indiqués  
au bas des diapositives, et publiés sous licence compatible.

Le reste est ©2009-2013 CC by-sa Olivier Cleynen

Vous êtes invité/es à copier, modifier, et ré-utiliser ce  
document sous quelques conditions simples :

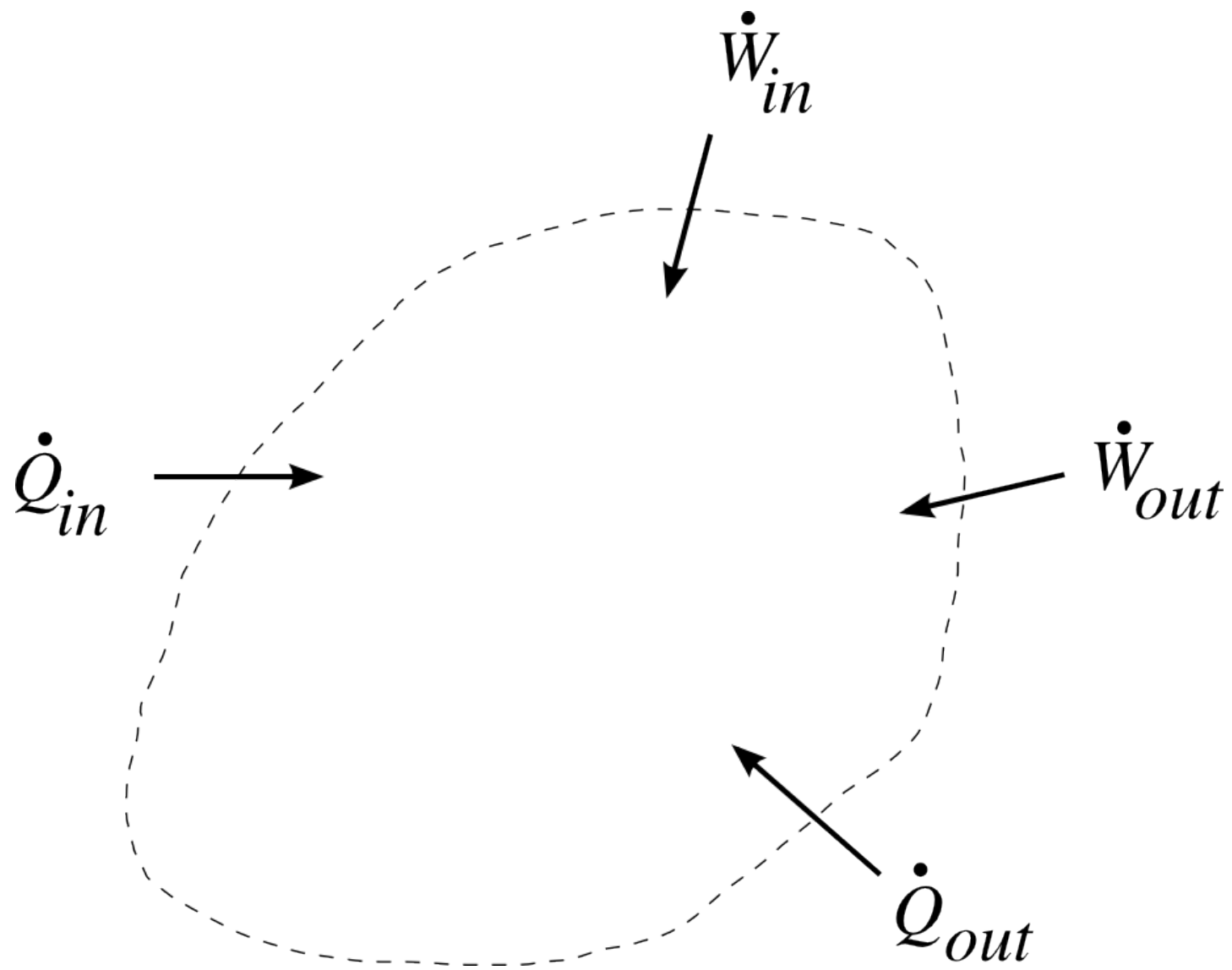
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.fr>

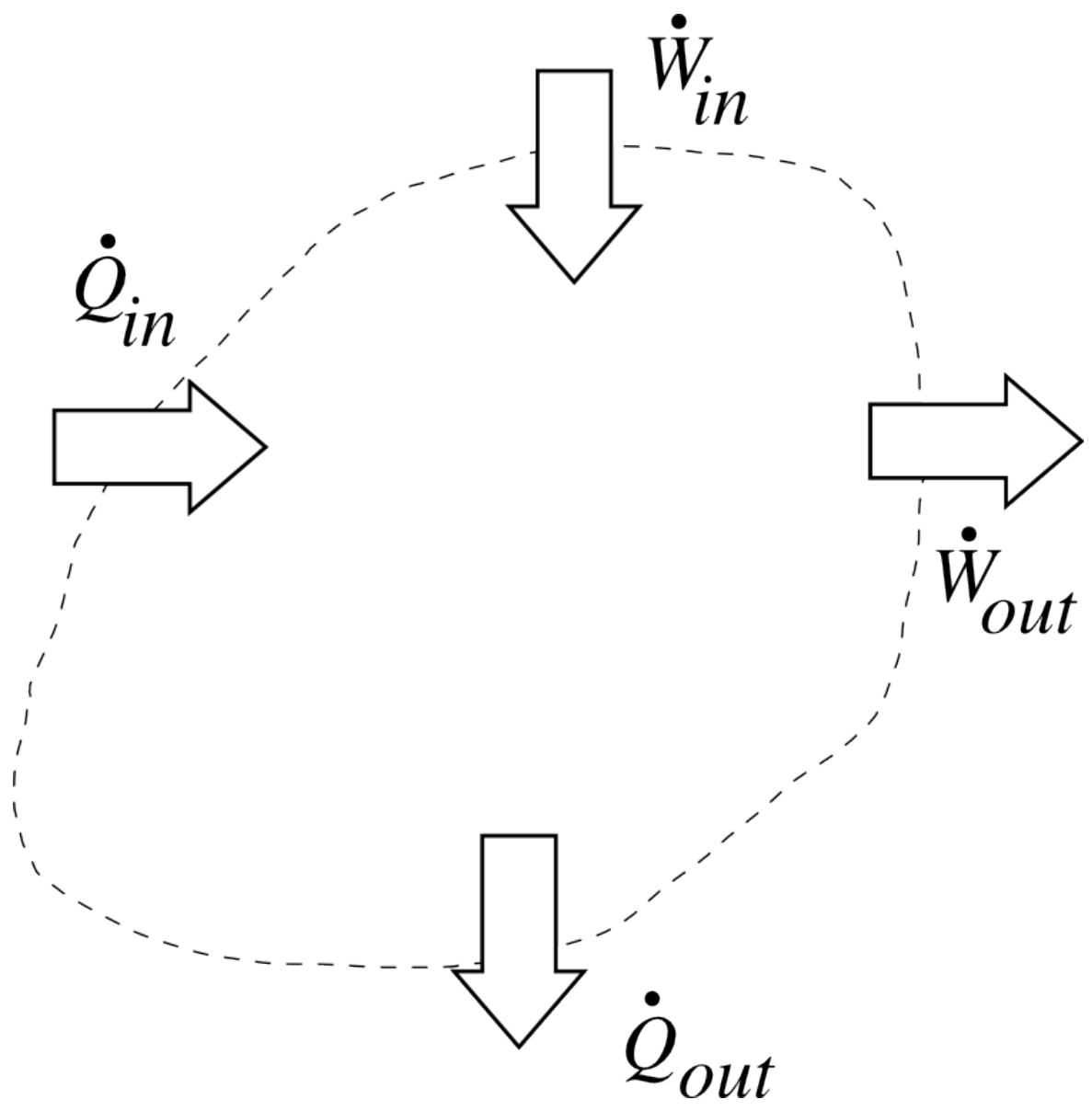


---

# 6.1 Conventions de signe

---



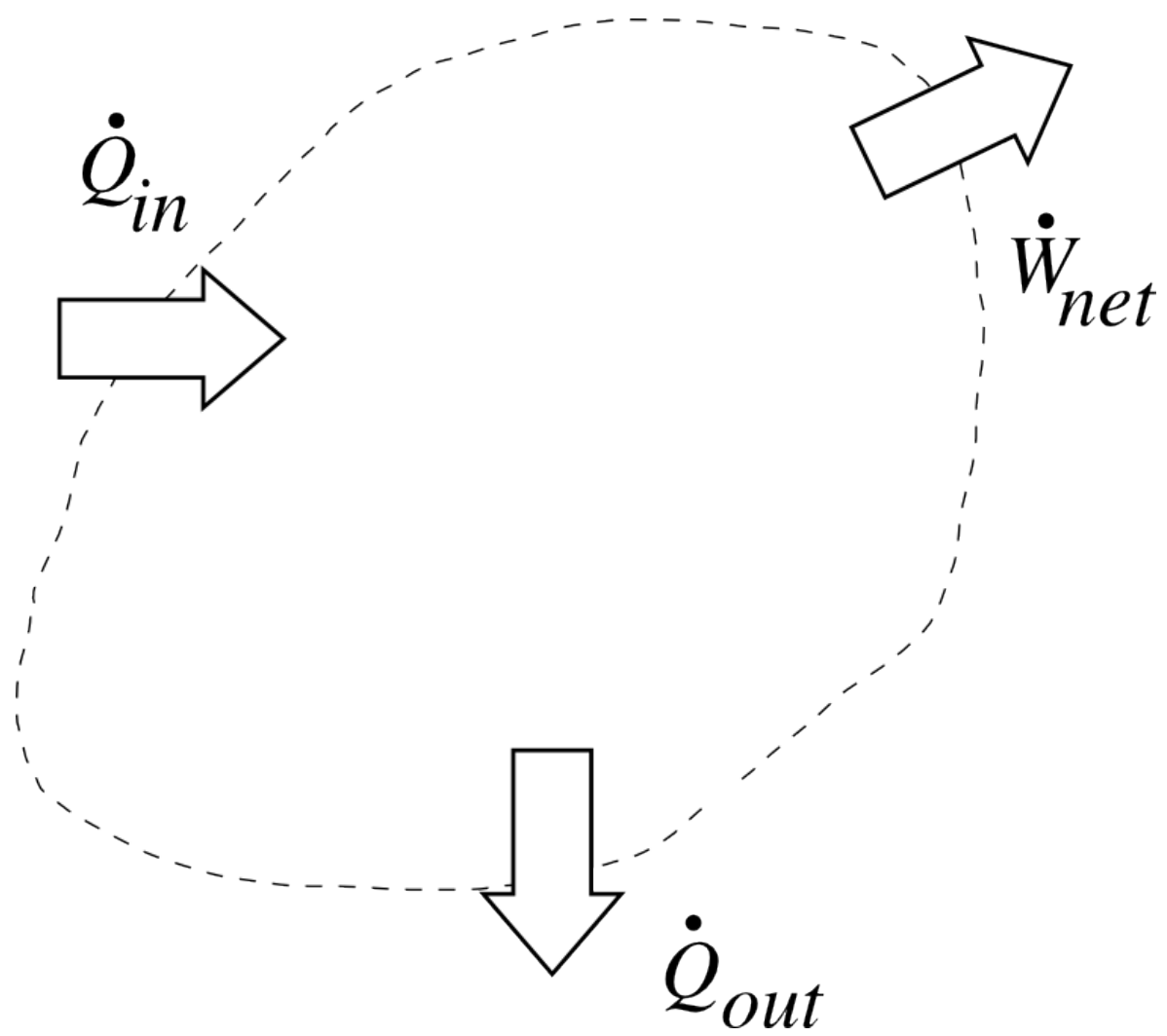
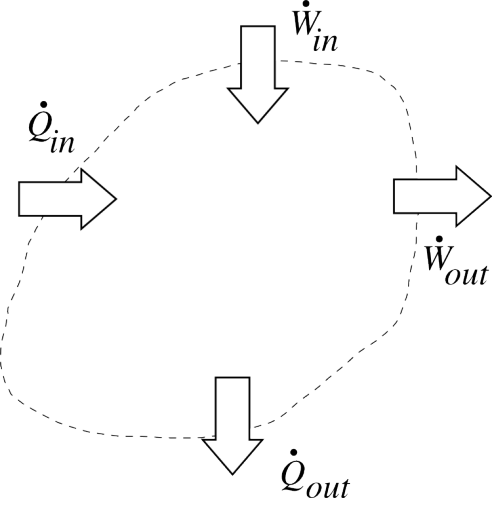


Le travail net

$$\dot{W}_{net} \equiv \dot{W}_{in} + \dot{W}_{out}$$

$$W_{net} \equiv W_{in} + W_{out}$$

$$w_{net} \equiv w_{in} + w_{out}$$



$$\dot{Q}_{net} \equiv \dot{Q}_{in} + \dot{Q}_{out}$$

---

6.2

Transformer chaleur et travail

---



## 6.2.1

# Construire des cycles thermodynamiques

*~ c'est l'histoire d'un gaz dans un piston... ~*

Recevoir de la chaleur

Fournir du travail

Fournir du travail (le plus possible)

Rejeter de la chaleur

Augmenter la température

Perdre de la chaleur (le moins possible)

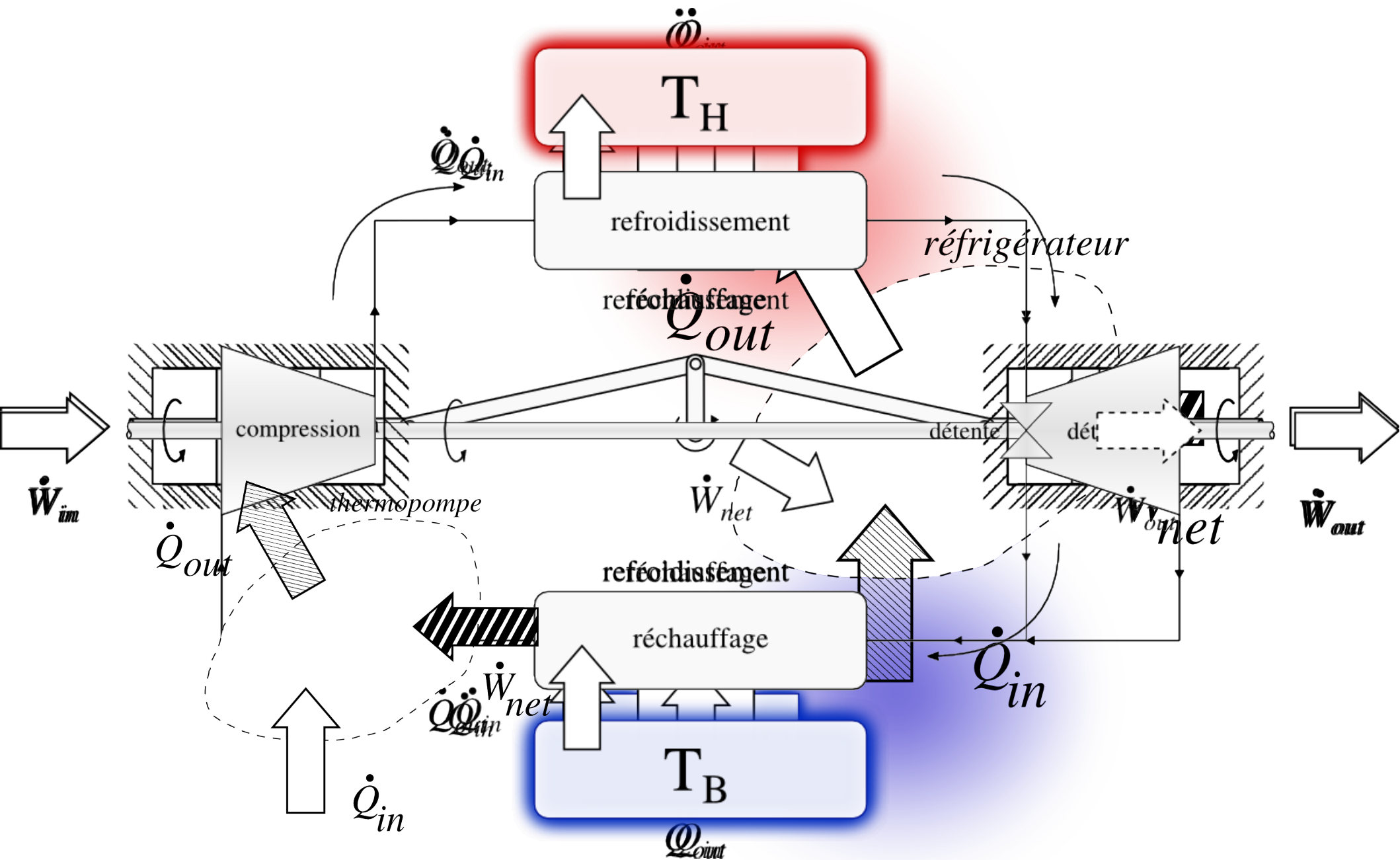


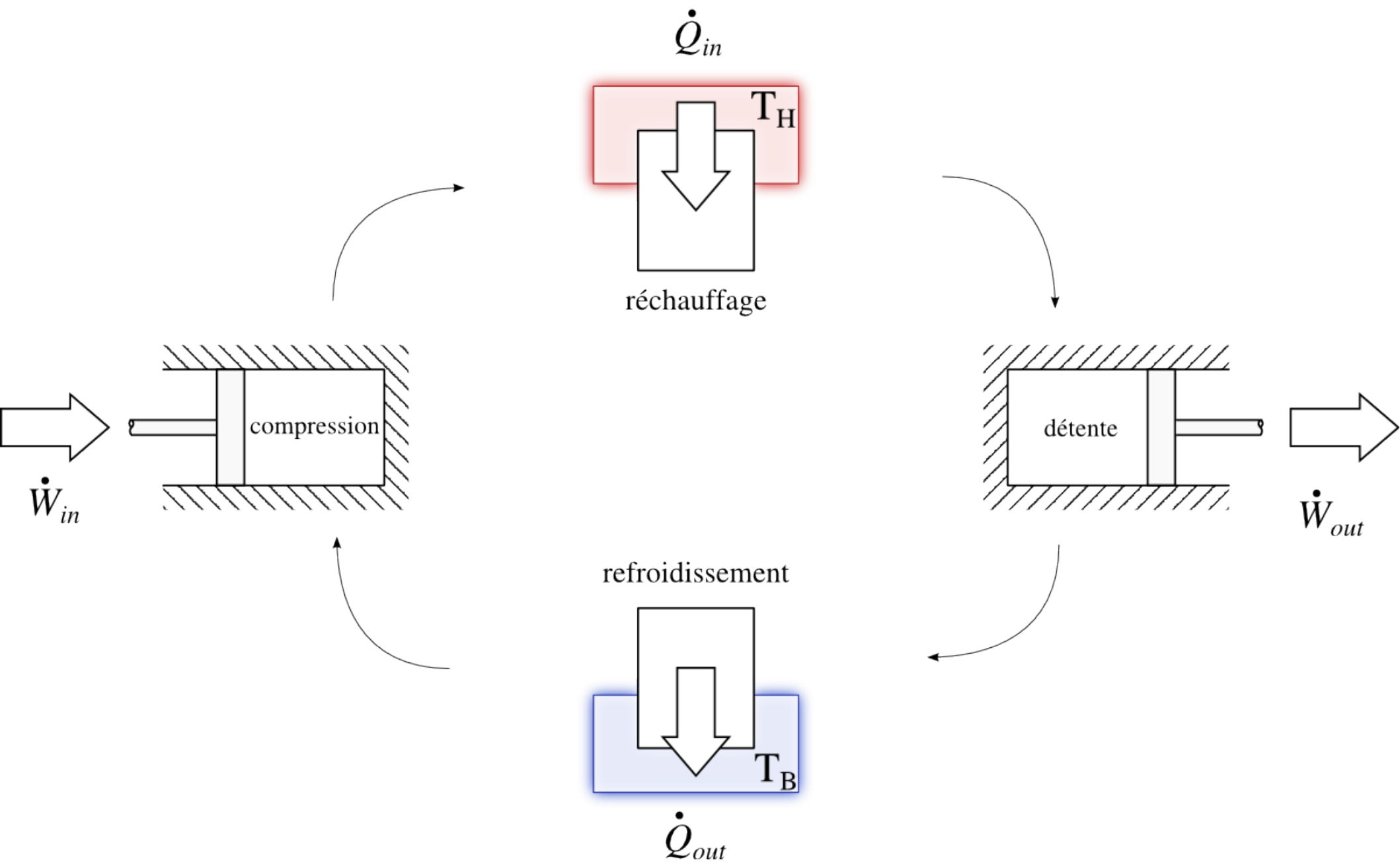
*ad infinitum*

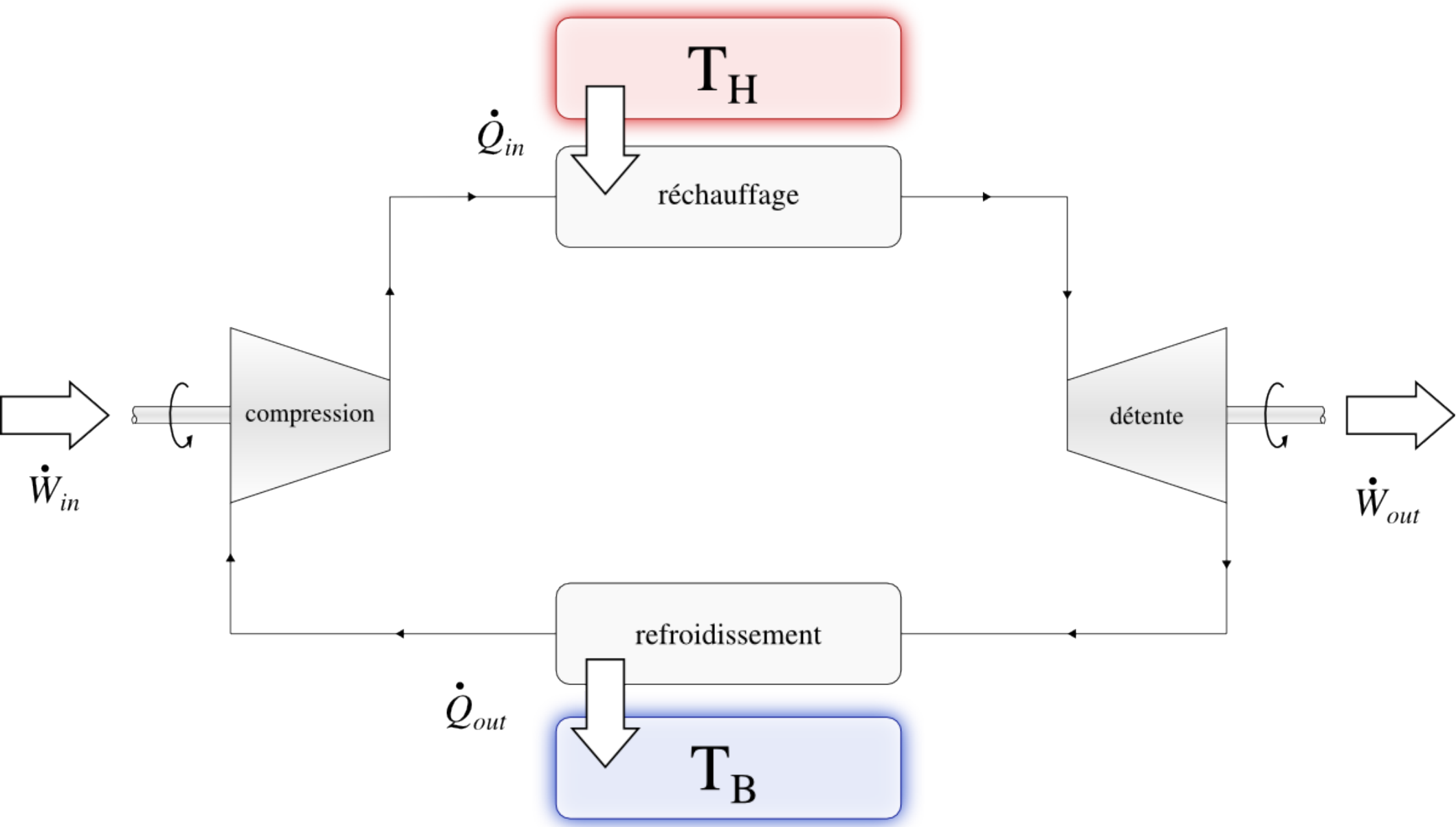
## 6.2.2

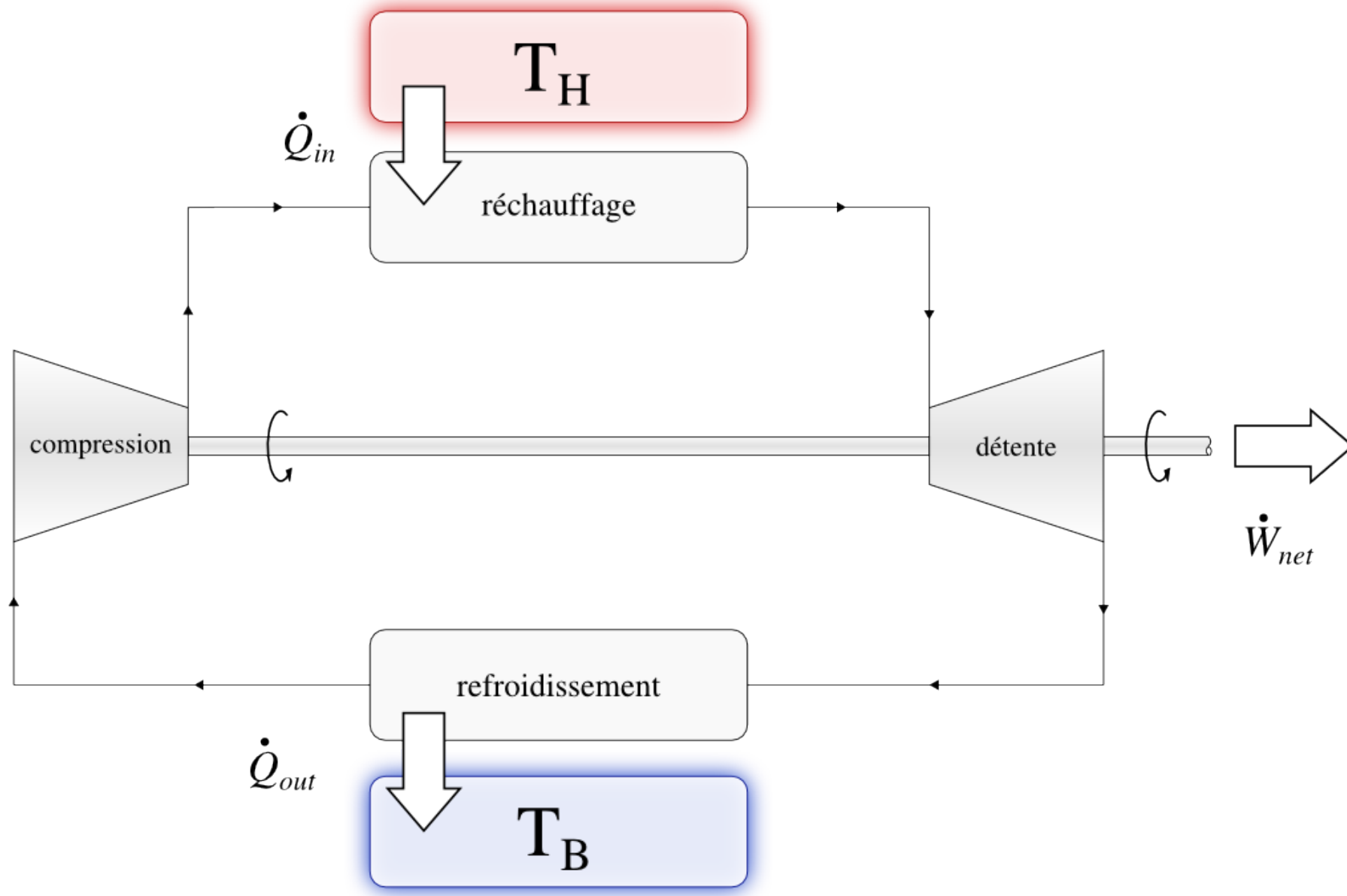
# Produire un travail à partir de chaleur

*~ au boulot ~*



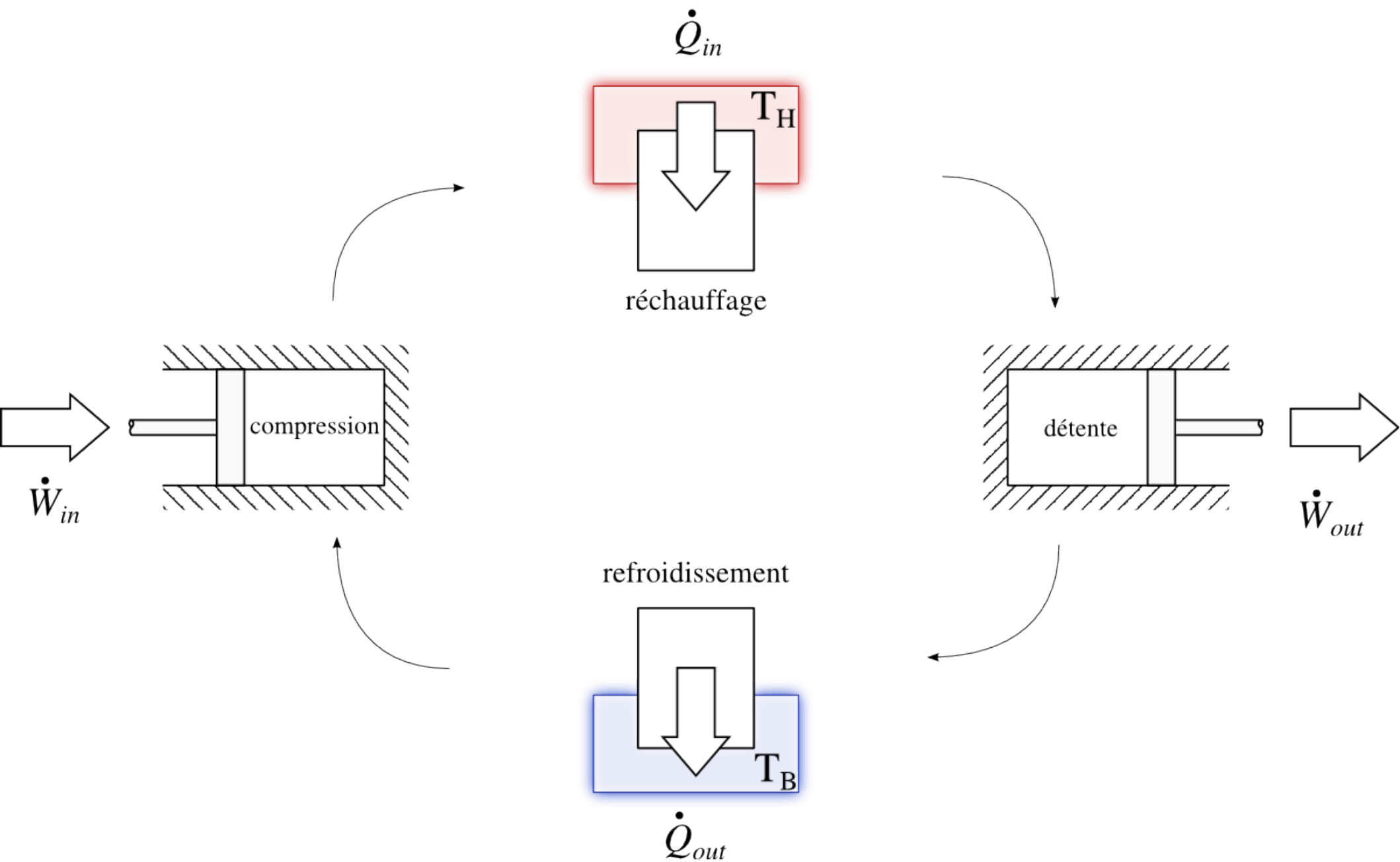


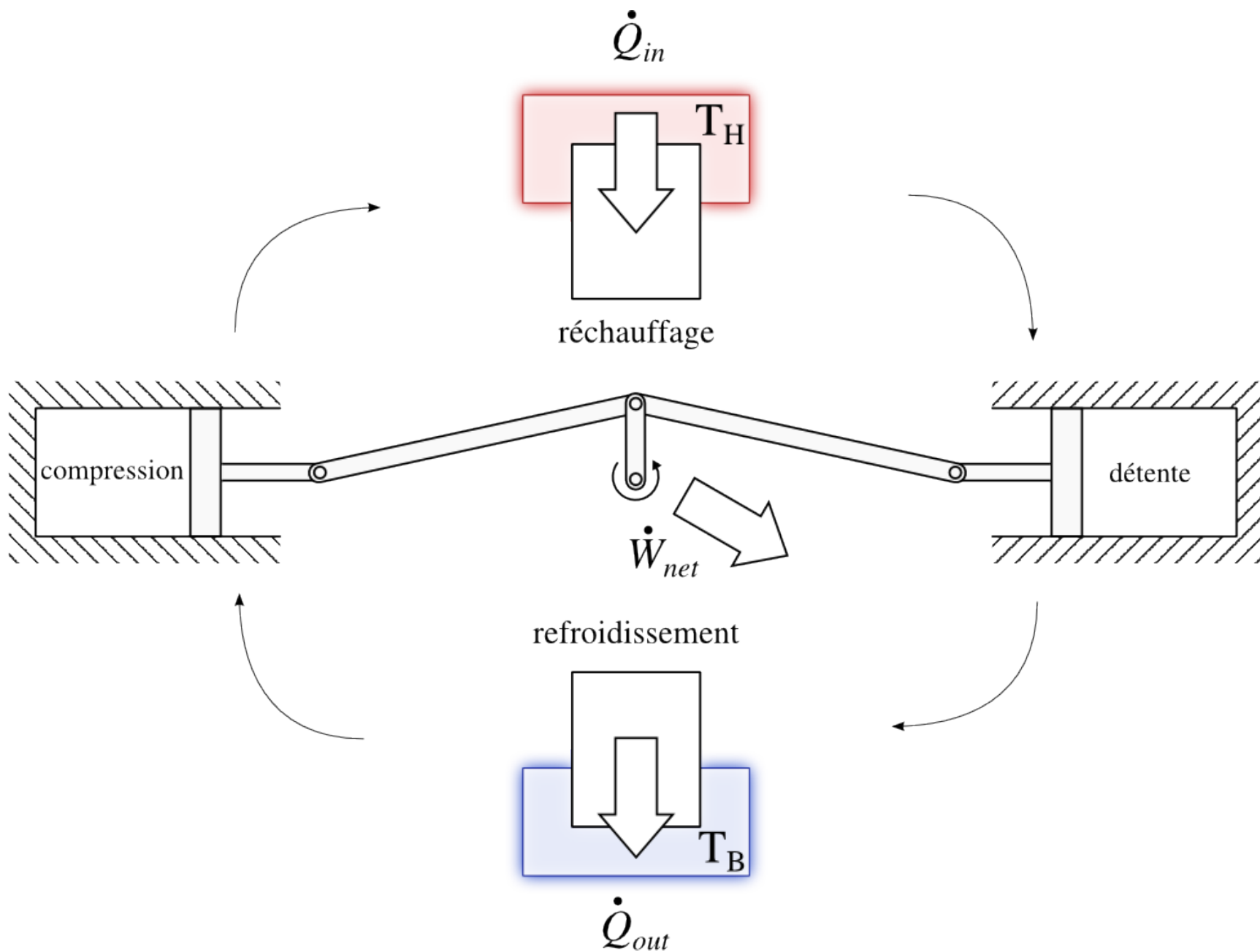


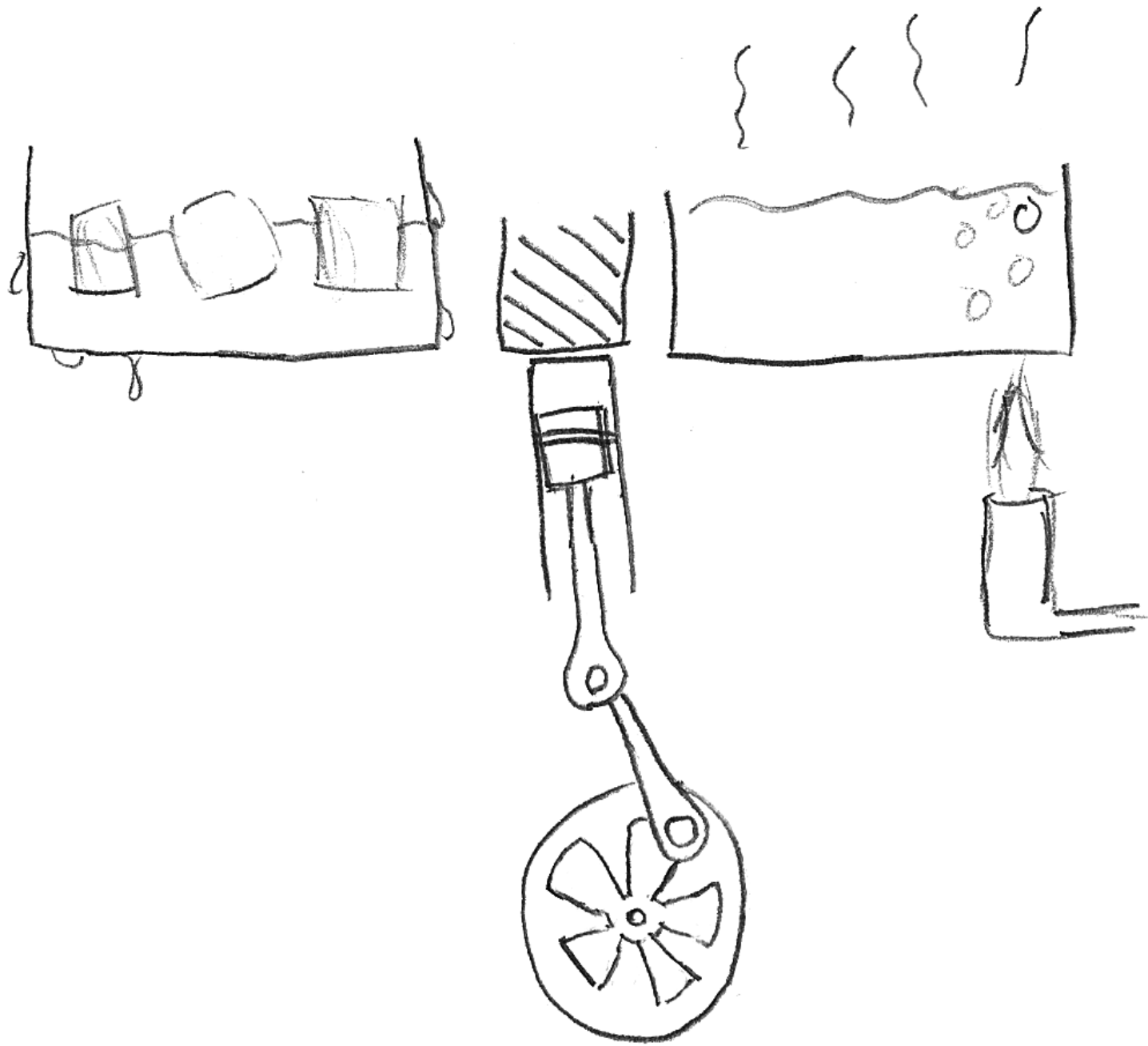










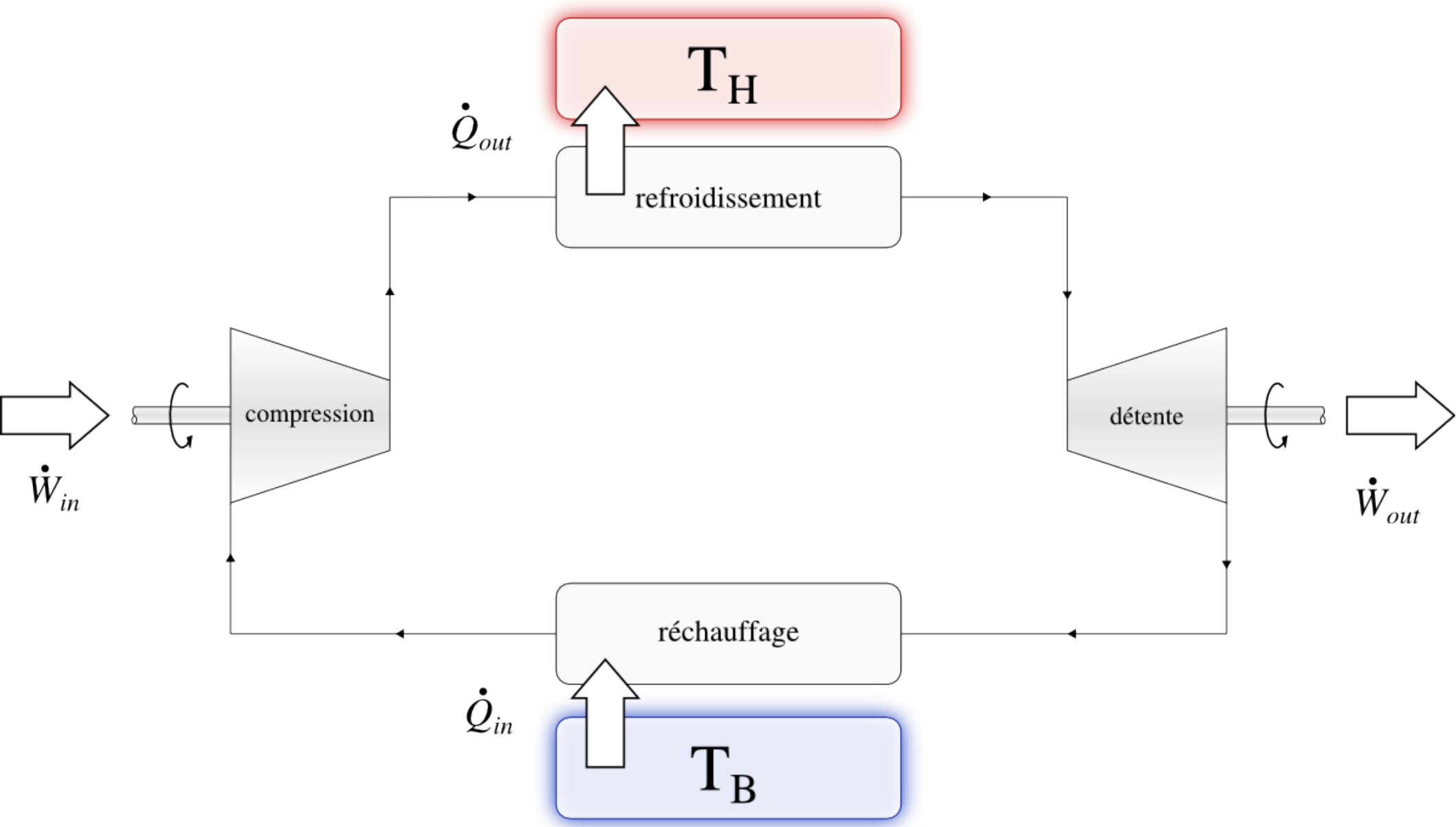


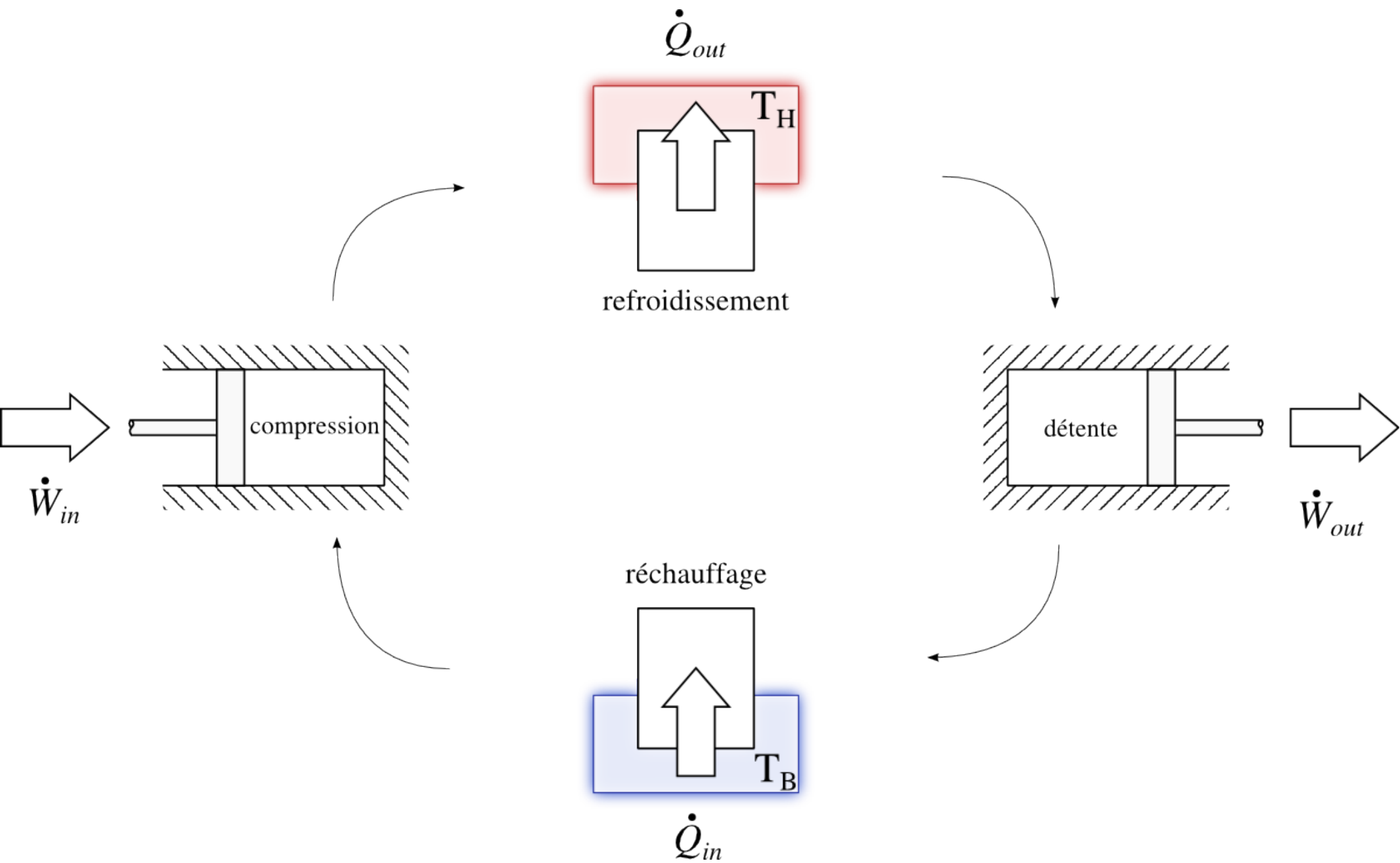
## 6.2.3

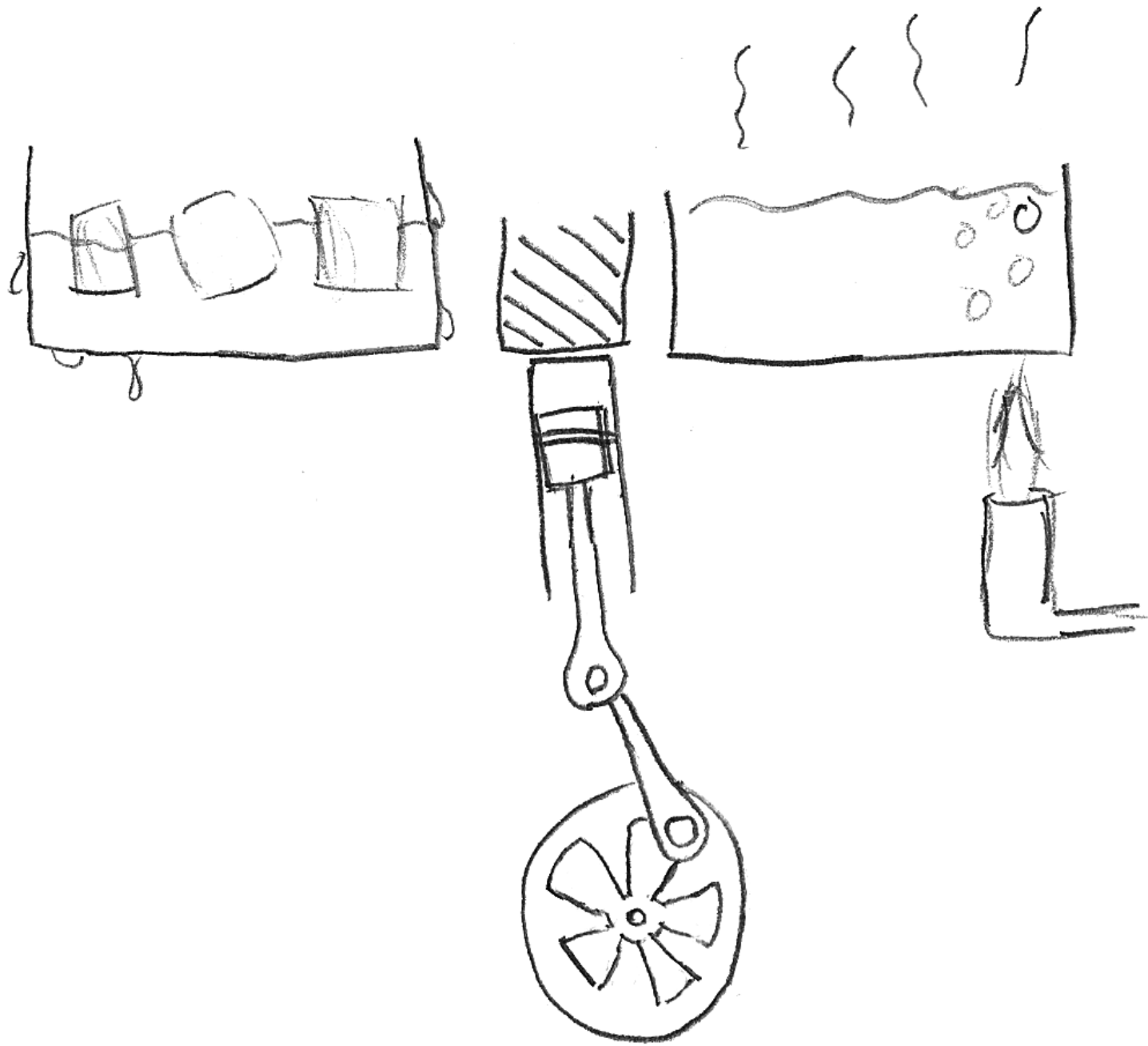
Extraire de la chaleur  
avec du travail

*~ keepin'cool ~*



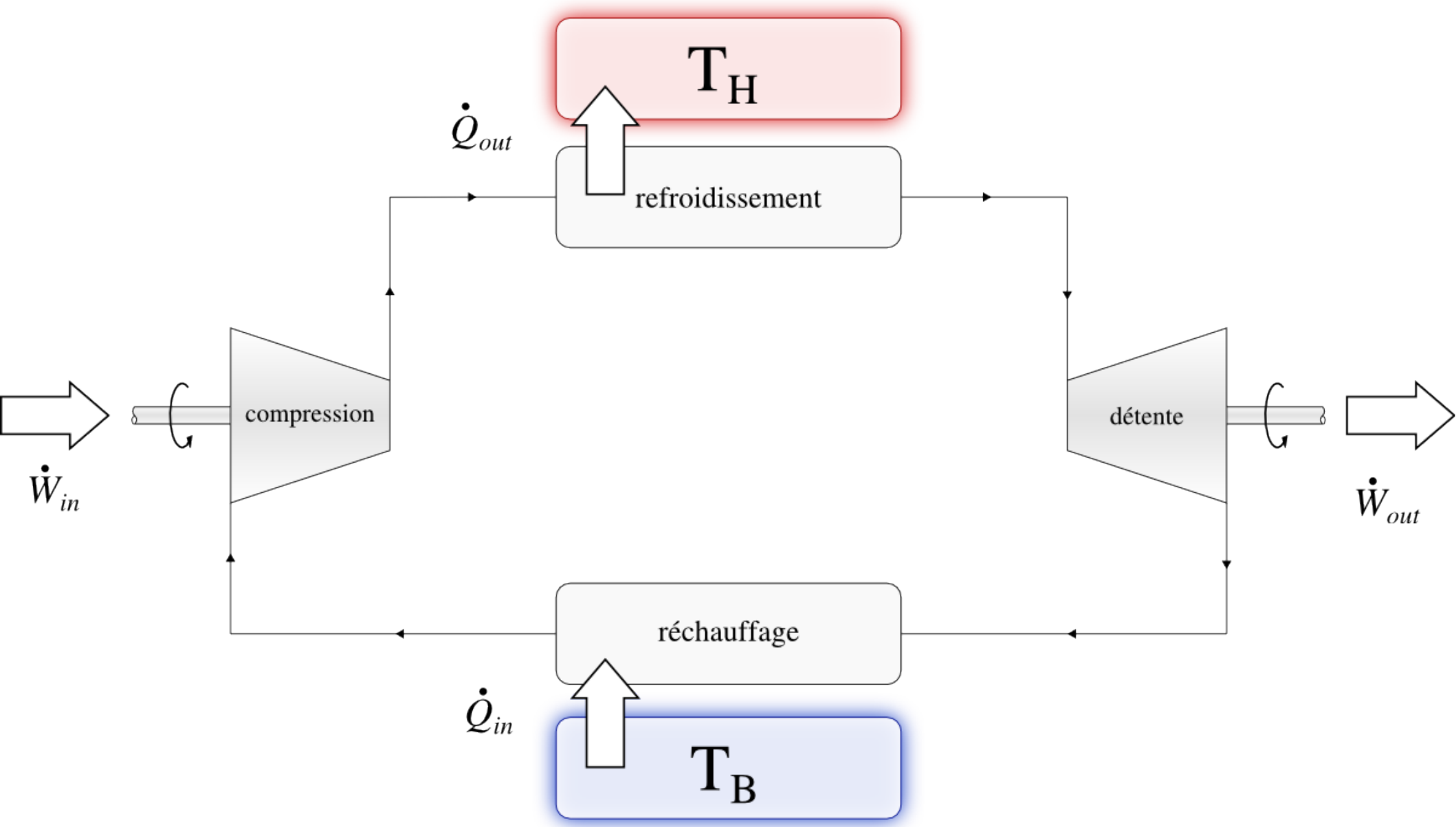




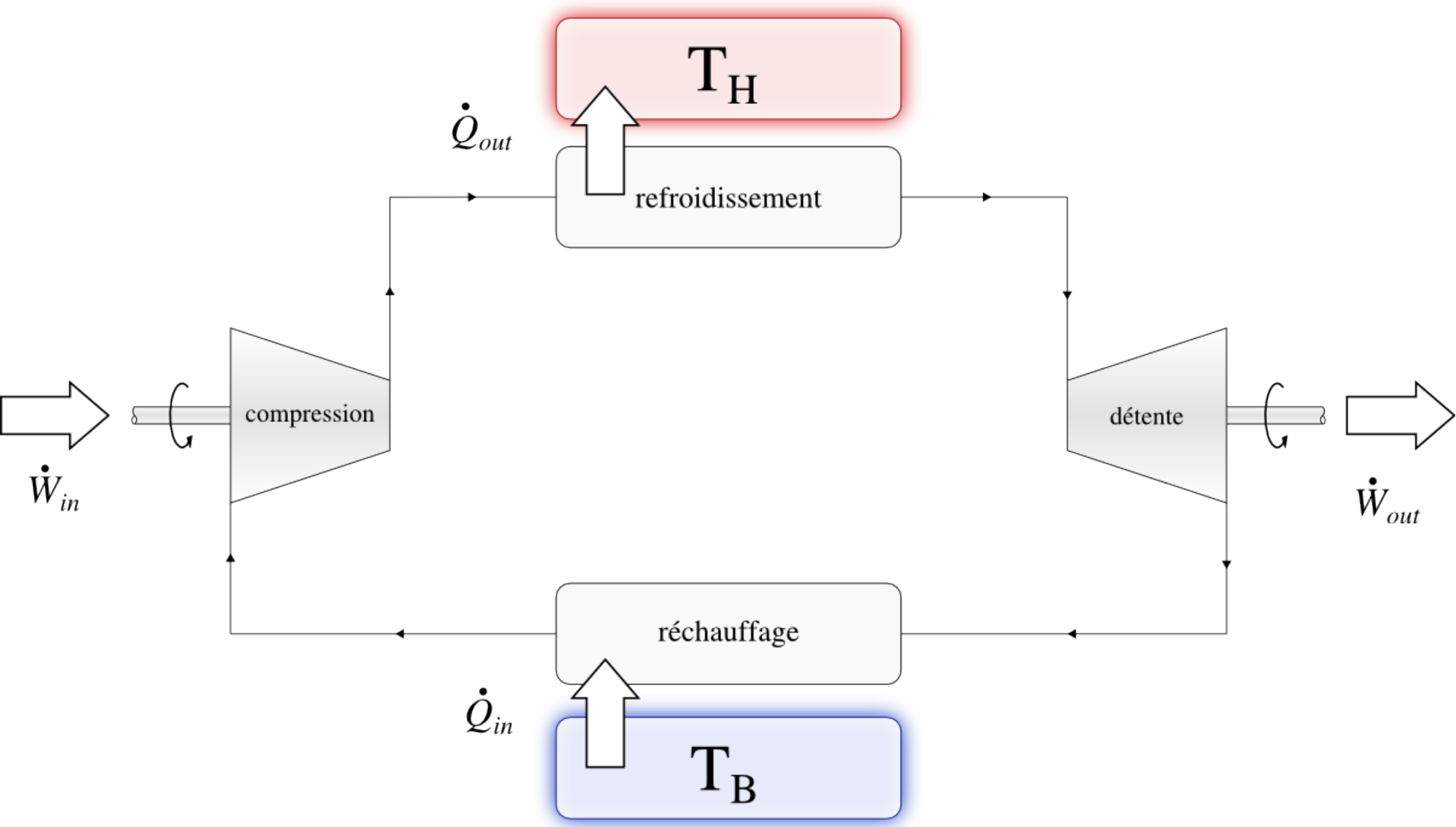




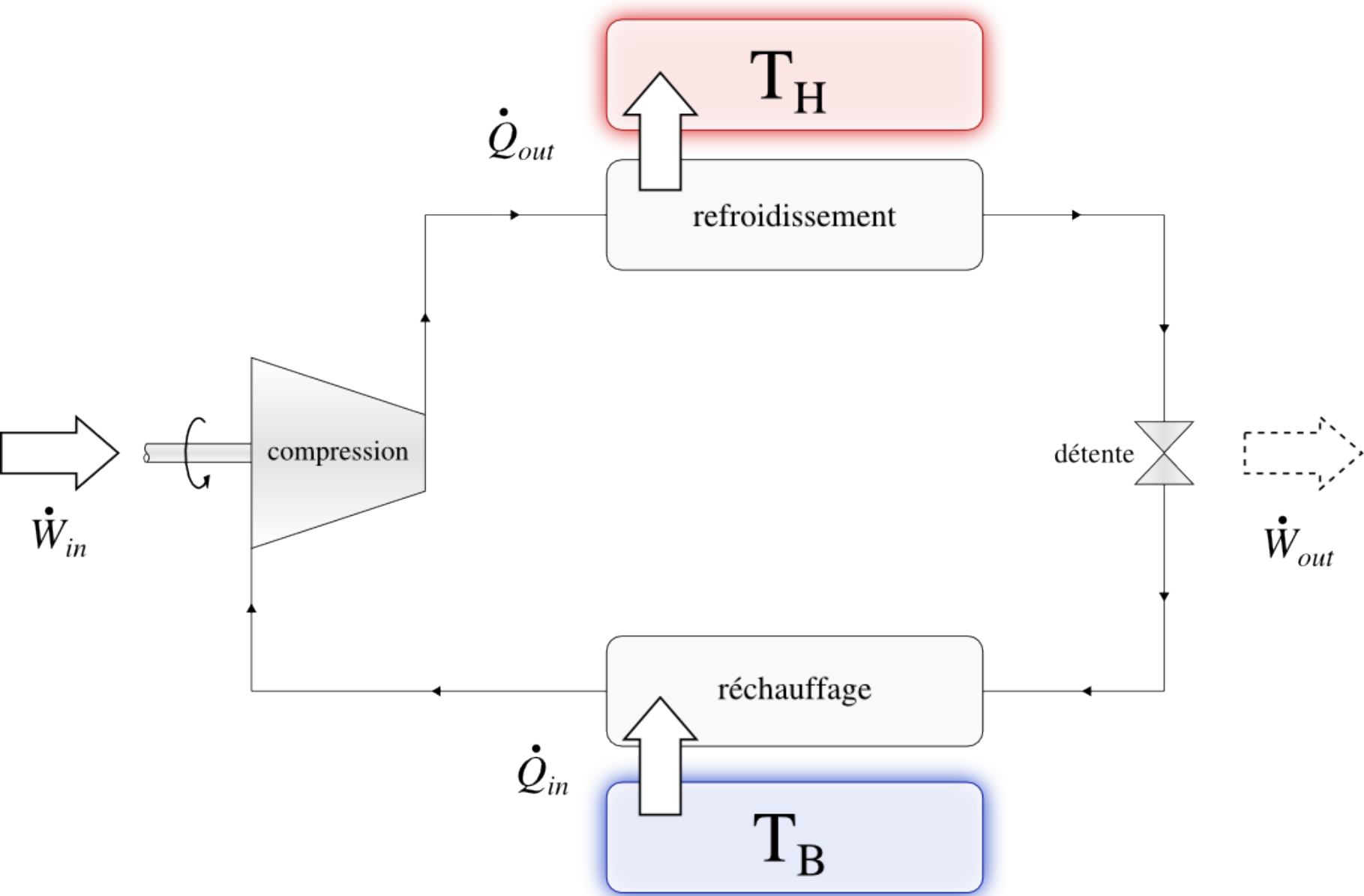
la climatisation



la thermopompe magique



sucrer la turbine



# Suppression de la turbine

- *Complètement idiot* avec un gaz parfait
- Fonctionne très bien avec un liquide/vapeur (ébullition/liquéfaction)
- But : réduire le coût de fabrication au dépens du coût de fonctionnement (récupération de travail)



PD (or. Auth. Calipper)



---

6.3

Rendement des cycles

---

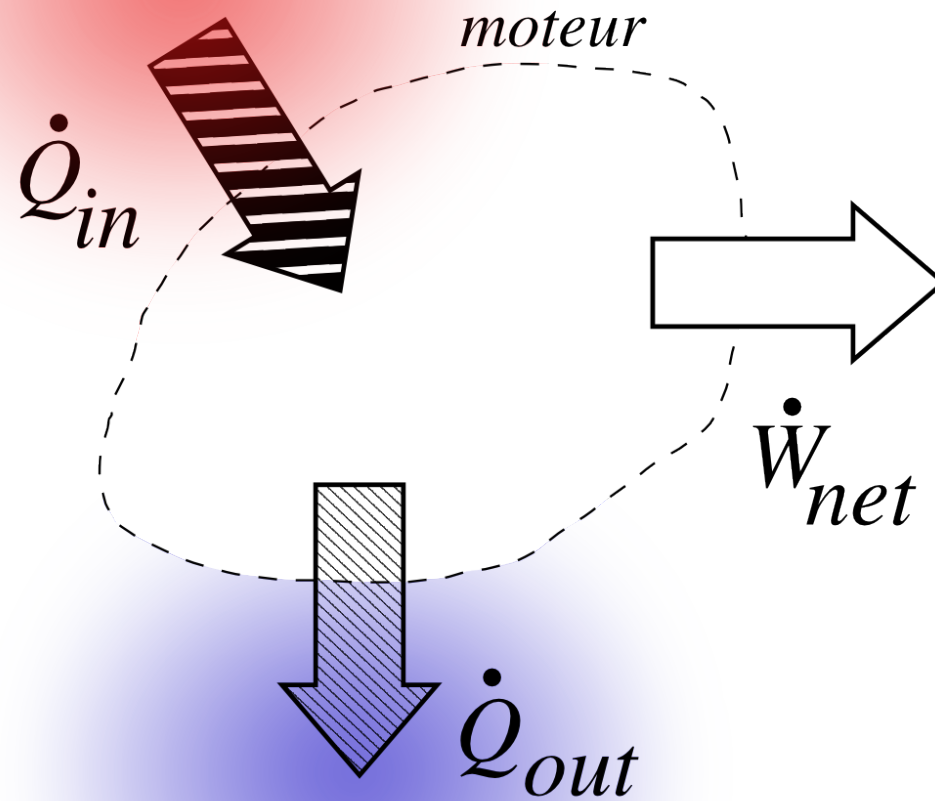




$$\eta \equiv \left| \frac{\textit{transfert utile}}{\textit{dépense énergétique}} \right|$$

## 6.3.1

# Rendement d'un moteur





$$\eta_{moteur} \equiv \left| \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_{in}} \right|$$

à retrouver

$$\eta_{moteur} = 1 - \left| \frac{\dot{Q}_{out}}{\dot{Q}_{in}} \right|$$

---

exemple

---



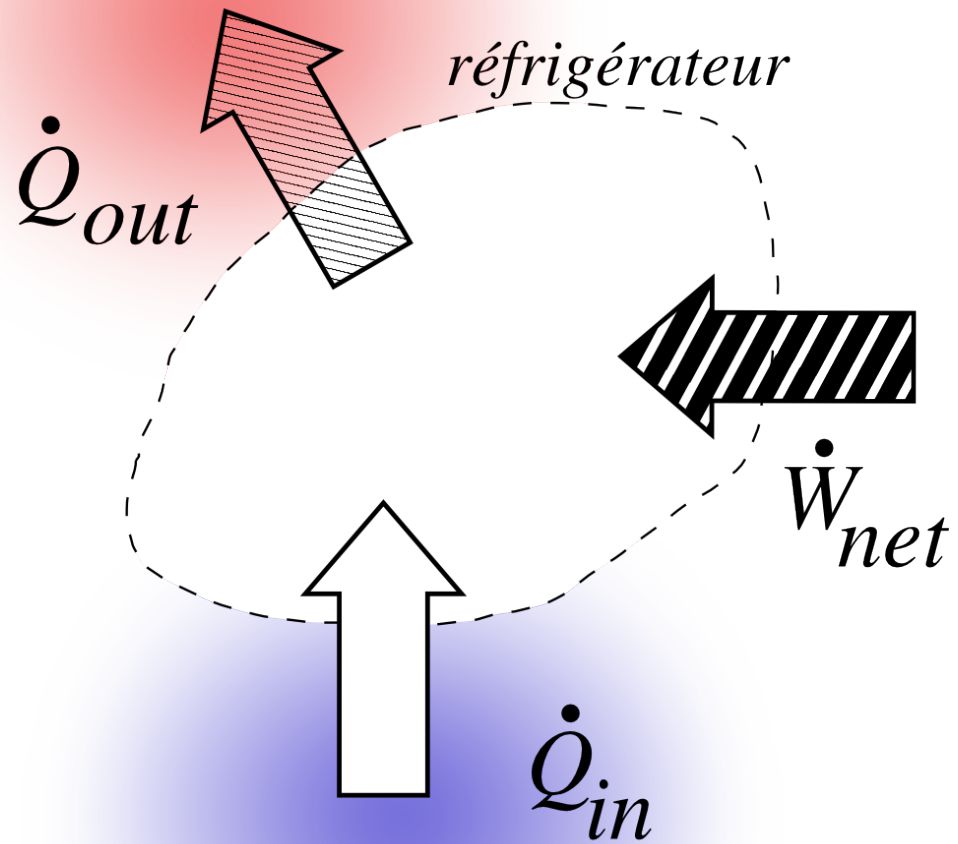
## exemple

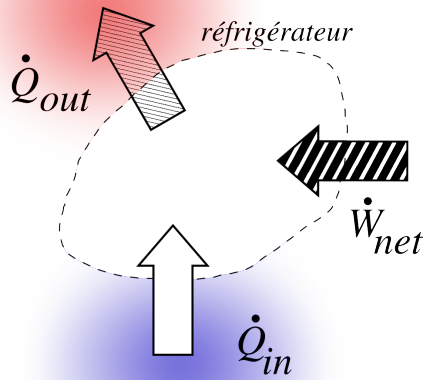
- Moteur de 110ch (8,08 kW), efficacité 40%
- Allez hop !
- Quelle puissance faut-il fournir en chaleur ?

6.3.2

## Rendement d'un réfrigérateur

*~ just how cool can you get ~*





$$\eta_{\text{réfrigérateur}} \equiv \left| \frac{\dot{Q}_{in}}{\dot{W}_{net}} \right|$$

à retrouver

$$\eta_{\text{réfrigérateur}} = \frac{1}{\left| \frac{\dot{Q}_{out}}{\dot{Q}_{in}} \right| - 1}$$

---

exemple

---

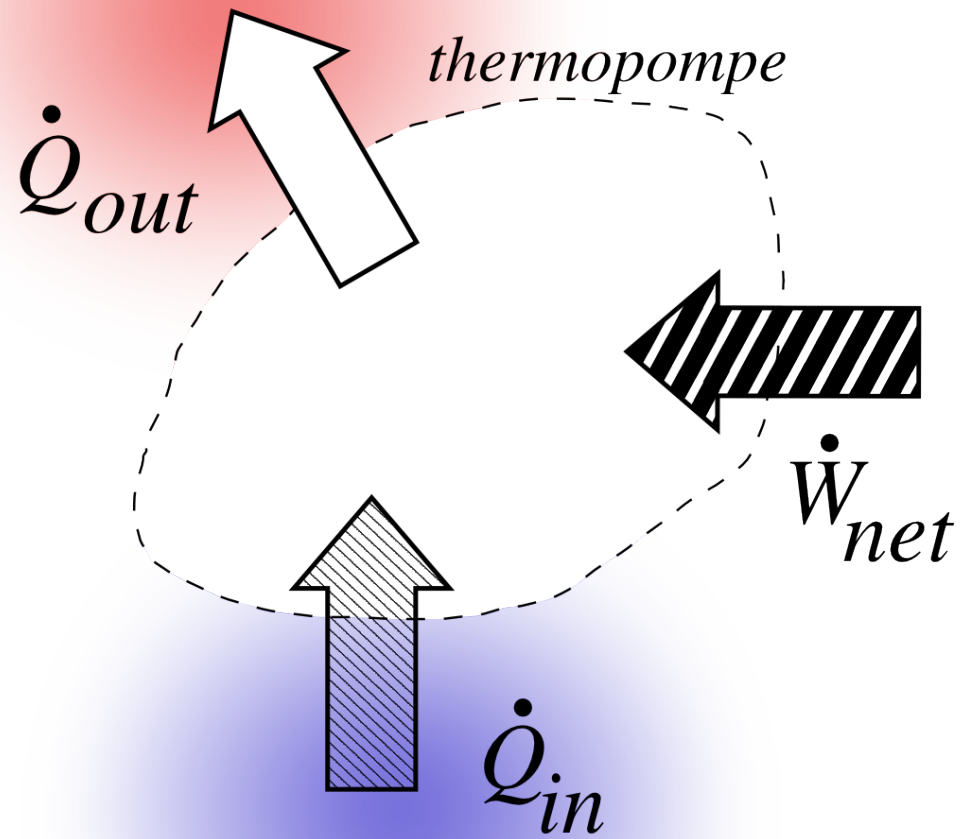
## exemple

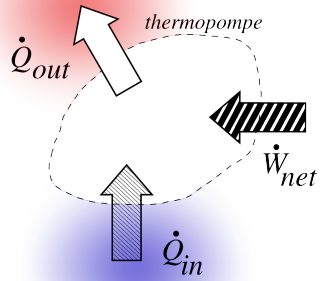
- Un réfrigérateur de COP 1,1
- Une bouteille d'eau à refroidir (50 kJ)
- Quelle chaleur fournie à la pièce ?

### 6.3.3

## Rendement d'une pompe à chaleur



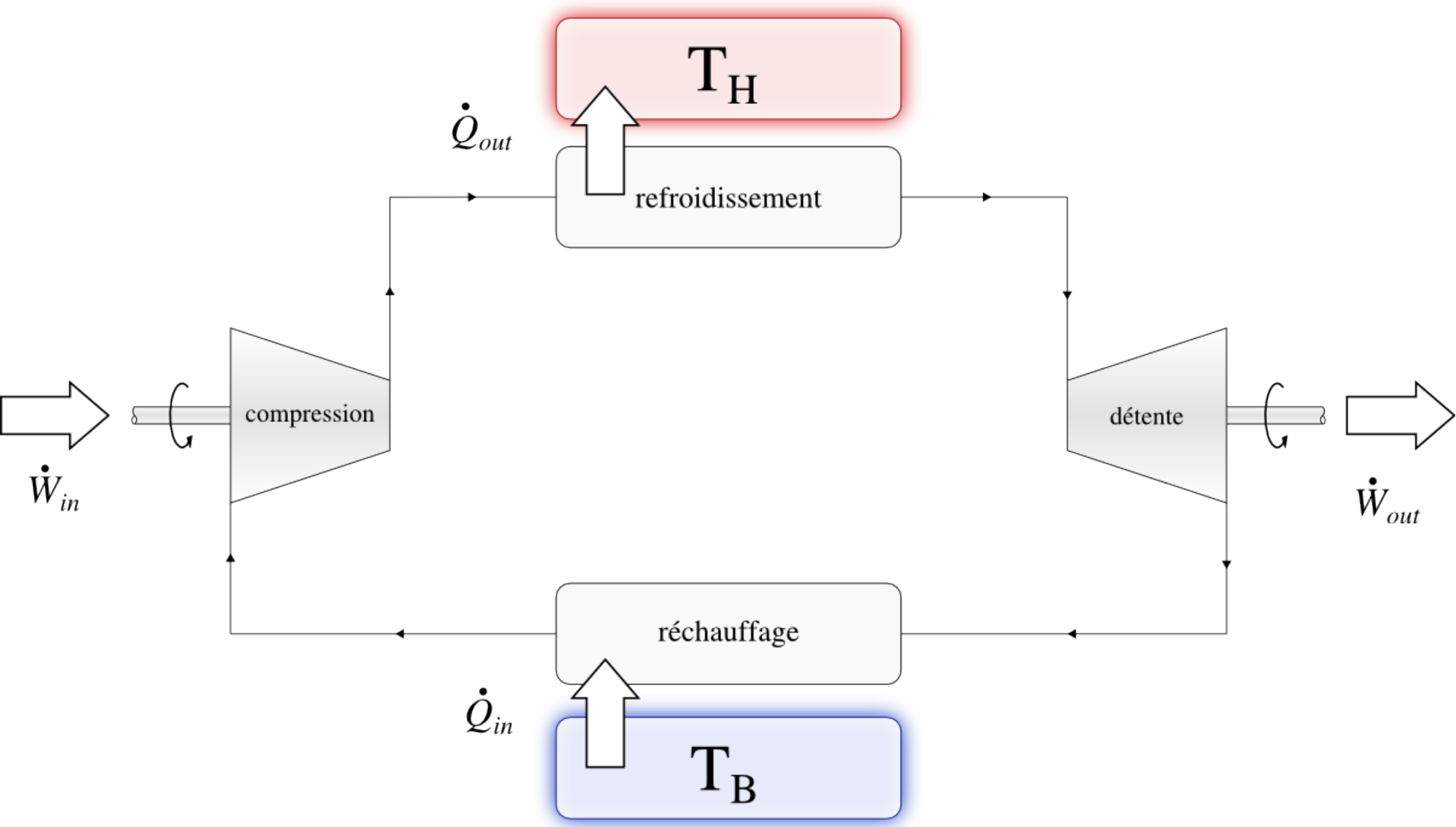


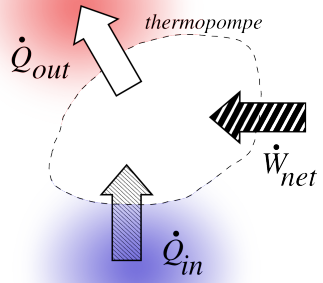


$$\eta_{thermopompe} \equiv \left| \frac{\dot{Q}_{out}}{\dot{W}_{net}} \right|$$

(VI-3.6)







$$\eta_{thermopompe} \equiv \left| \frac{\dot{Q}_{out}}{\dot{W}_{net}} \right|$$

à retrouver

$$\eta_{thermopompe} = \frac{1}{1 - \left| \frac{\dot{Q}_{in}}{\dot{Q}_{out}} \right|}$$

---

un dernier exemple

---



## exemple

- Une pompe à chaleur de COP 3
- Chauffe le jacuzzi (600W)
- Quelle puissance électrique consommée ?



---

6.3.4

Mais pourquoi est-ce si dur ?

---

50 % pour un moteur

300 % pour une pompe à chaleur

100 % pour un réfrigérateur

# Cours 7

## *Le second principe*