



SUPPORT TP 1A IA GP LA MACHINE FRIGORIFIQUE

EXEMPLE DE TRACÉ DE CYCLE SUR DIAGRAMME (P,H)

Céline Loubière

Présentation de l'exercice

Question 1 :

Sur le diagramme enthalpique qui suit, identifiez :

- Les isobares,
- Les iso-titres,
- Les isothermes,
- Les isentropes,
- Les isochores,
- Les isenthalpes.

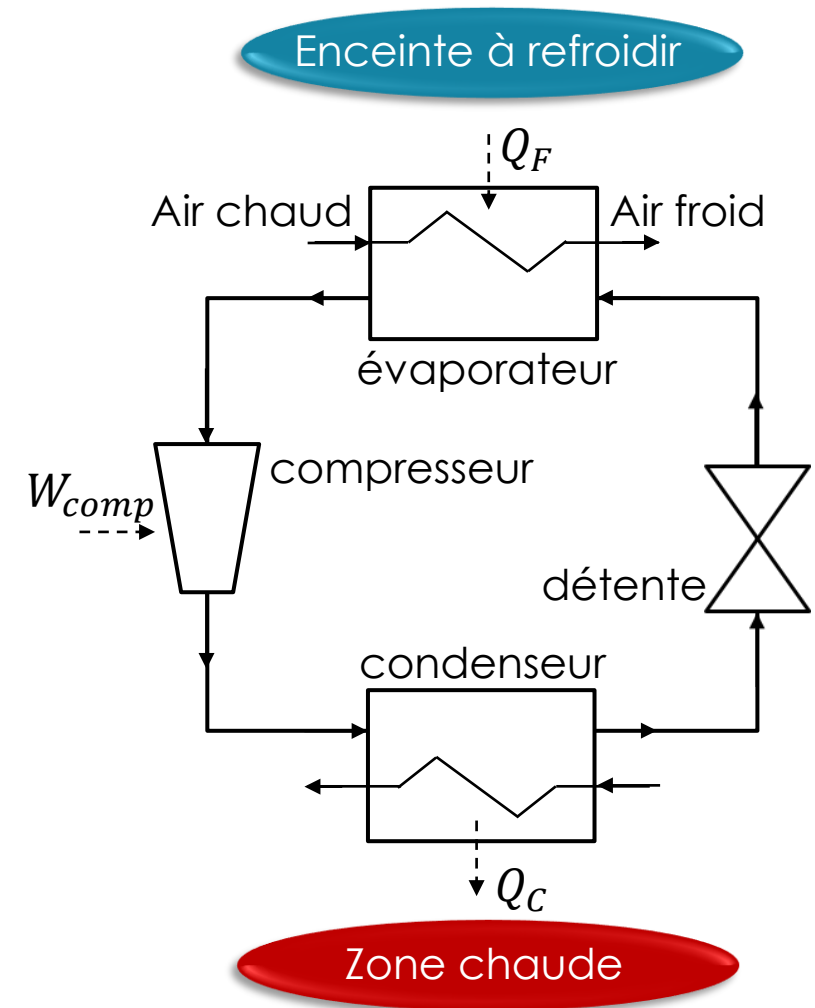
Question 2 :

On étudie un réfrigérateur utilisant le fluide frigorigère le R744 (CO_2), tracez le cycle correspondant au schéma de droite sur le diagramme enthalpique.

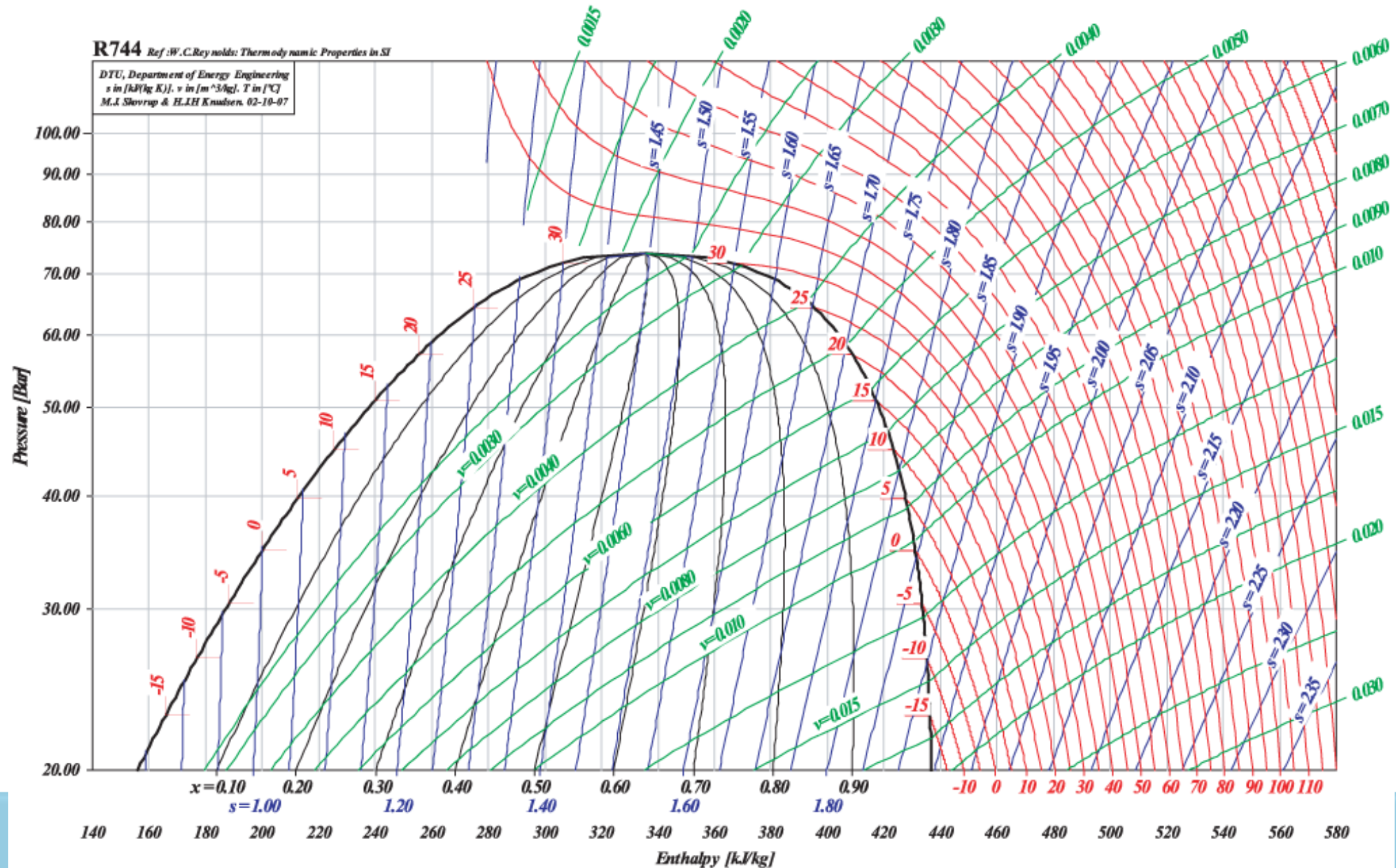
- La vapeur juste saturée quitte l'évaporateur à 0°C .
- Le liquide juste saturé quitte le condenseur à 25°C .
- La compression est supposée adiabatique.

Question 3 :

En supposant le cycle réversible, calculez le COP.



Présentation de l'exercice

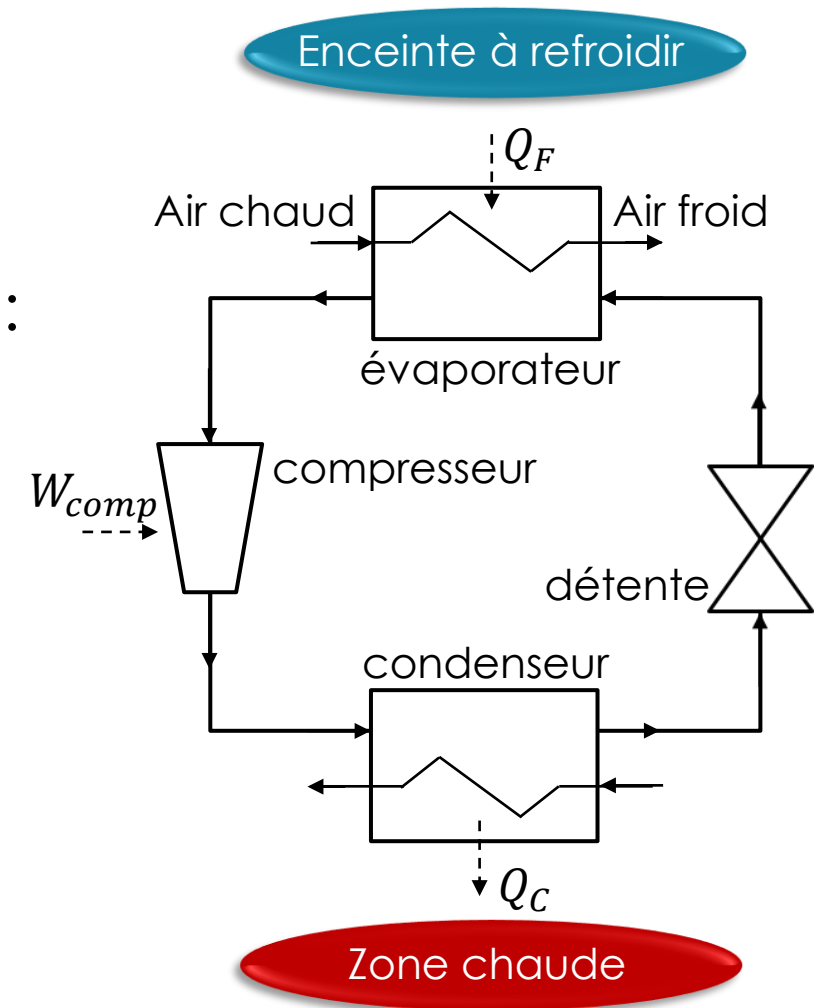


1 – Diagramme enthalpique et iso-

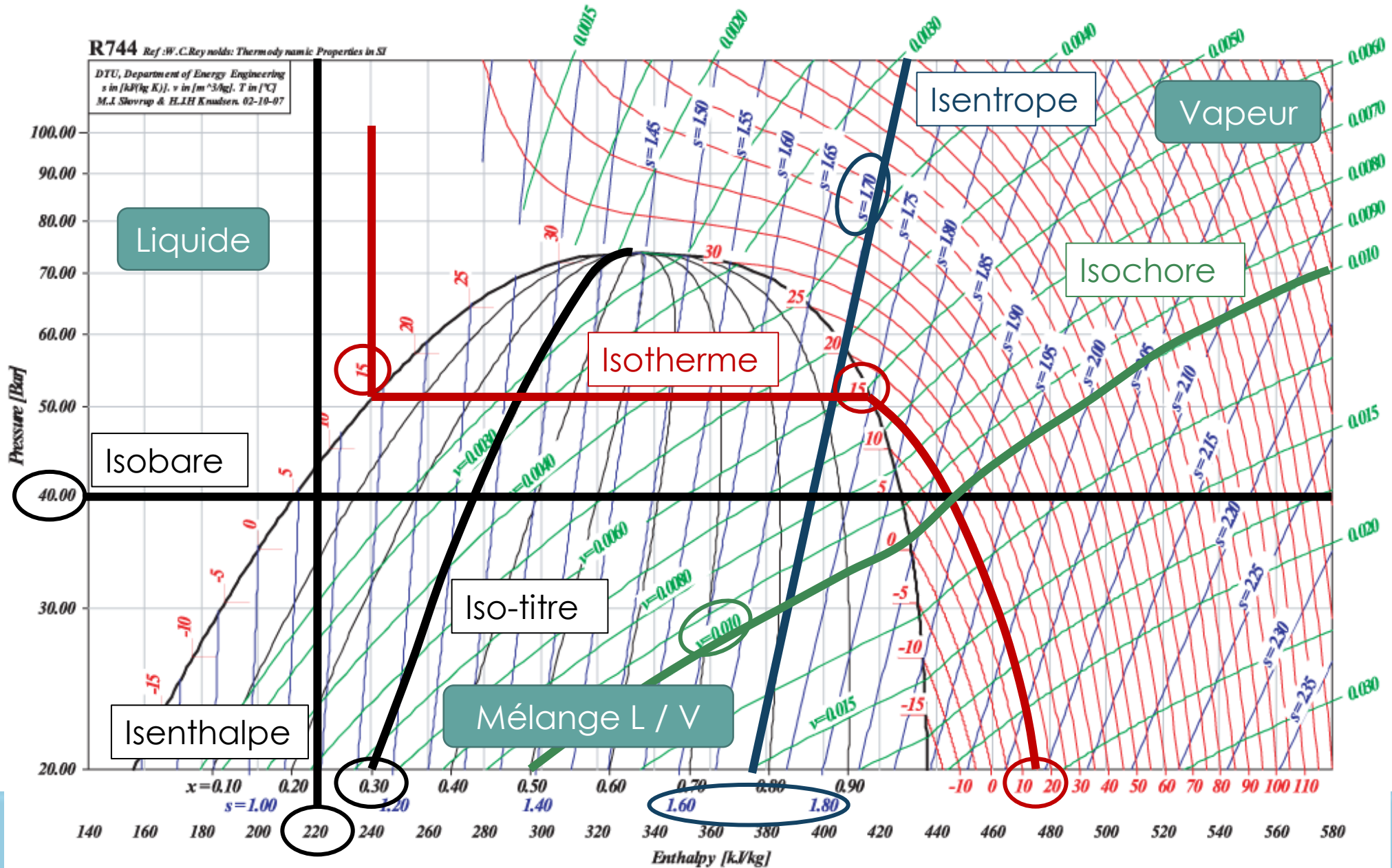
Question 1 :

Sur le diagramme enthalpique qui suit, identifiez :

- Les isobares,
- Les iso-titres,
- Les isothermes,
- Les isentropes,
- Les isochores,
- Les isenthalpes.



1 – Diagramme enthalpique et iso-

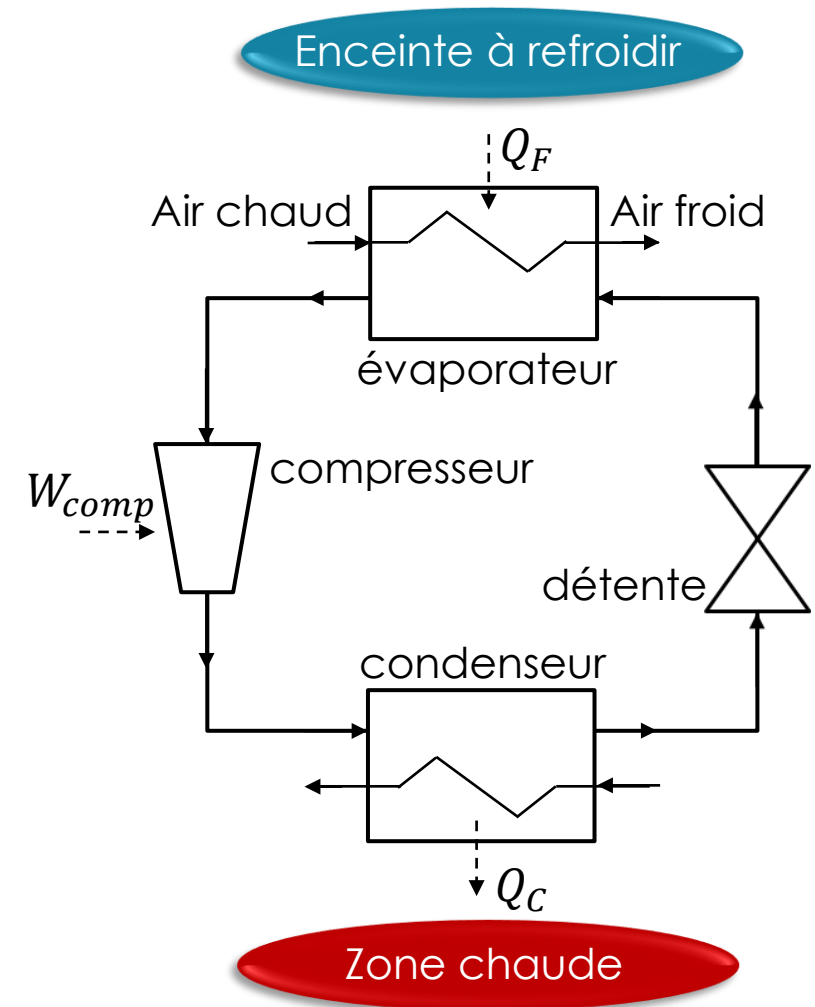


2 – Tracé du cycle de la machine thermique

Question 2 :

On étudie un réfrigérateur utilisant le fluide frigorigène le R744 (CO_2), tracez le cycle correspondant au schéma de droite sur le diagramme enthalpique.

- La vapeur juste saturée quitte l'évaporateur à 0°C .
- Le liquide juste saturé quitte le condenseur à 25°C .
- La compression est supposée adiabatique.

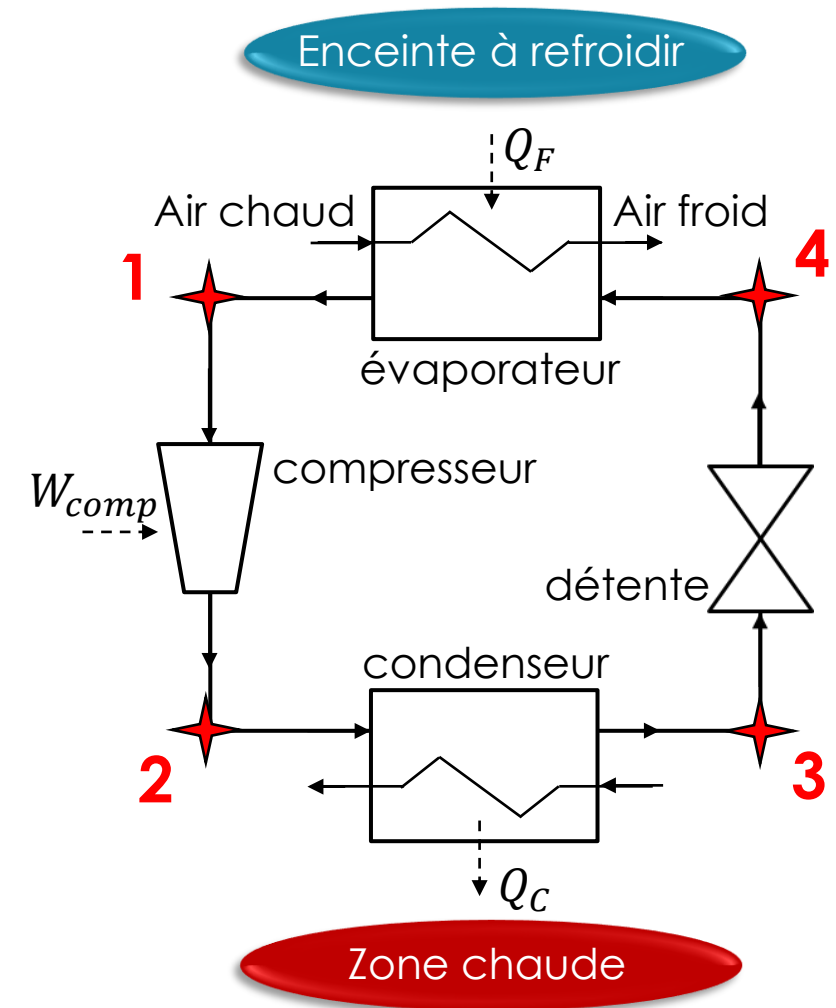


2 – Tracé du cycle de la machine thermique

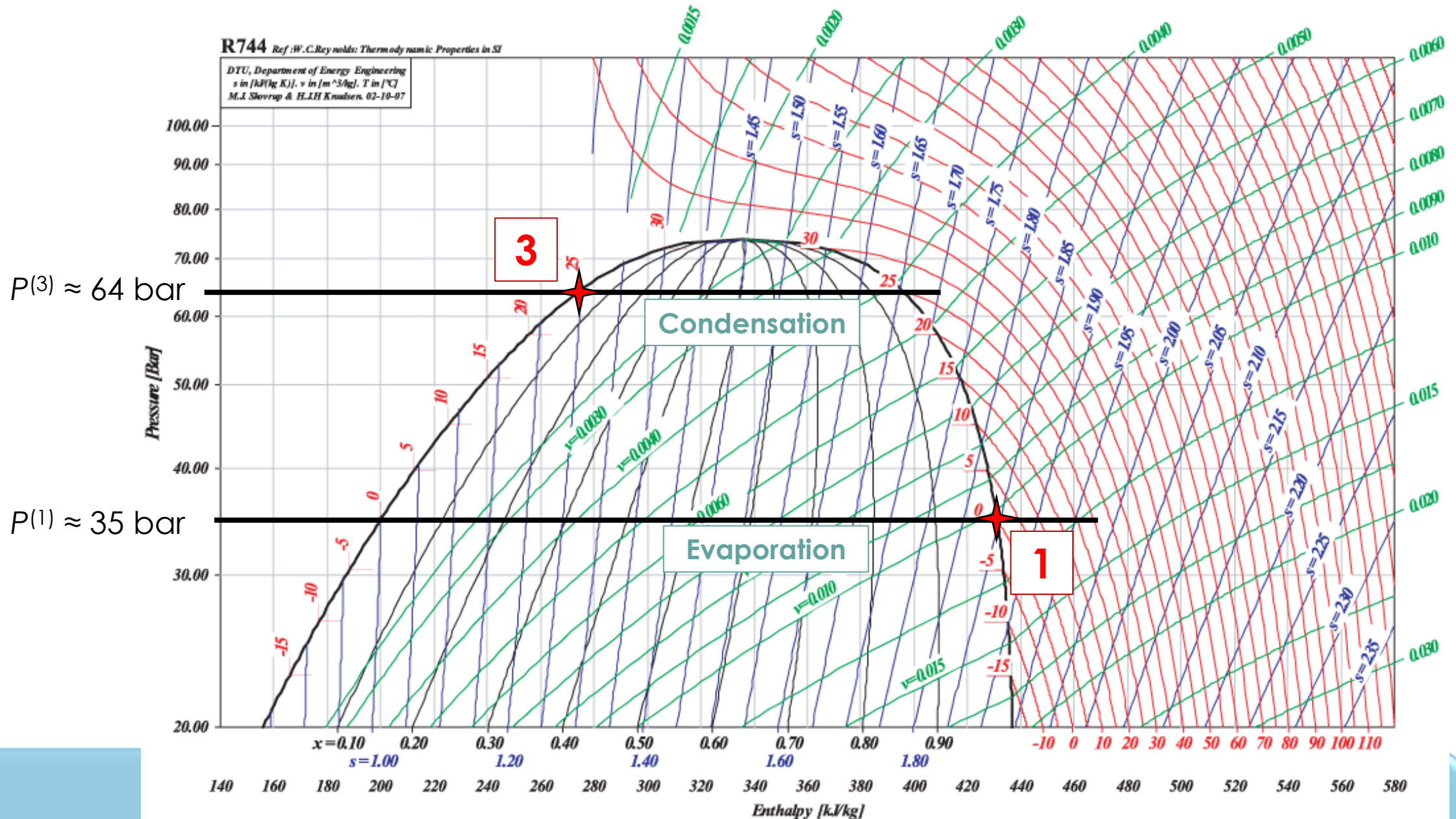
Etape 1 :

On cherche à tracer les droites aux pressions haute et basse de la machine frigorifique :

- En sortie d'**évaporateur**, la vapeur est juste saturée et la température est annoncée à 0 °C. On en déduit le **point 1** et P^{sat} ($T = 0$ °C) en croisant la courbe de saturation vapeur et l'isotherme à $T = 0$ °C.
- En sortie de **condenseur**, le liquide est juste saturé et la température est annoncée à 25 °C. On en déduit le **point 3** et P^{sat} ($T = 25$ °C) en croisant la courbe de saturation liquide et l'isotherme à $T = 25$ °C.



2 – Tracé du cycle de la machine thermique

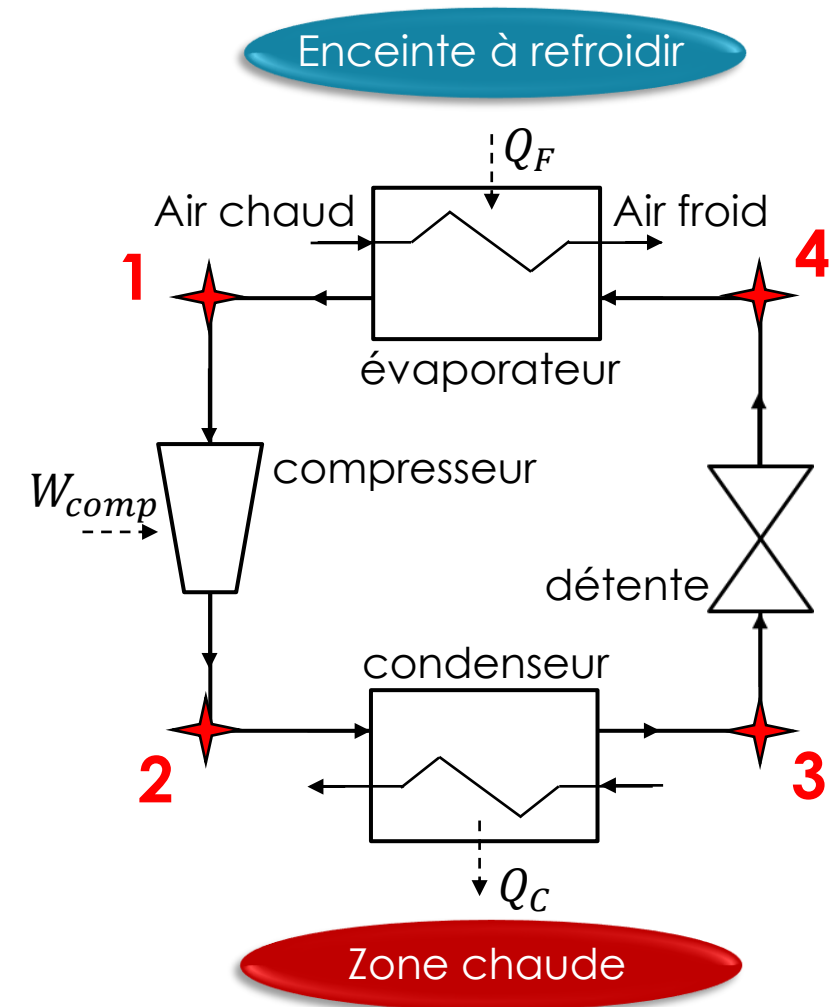


2 – Tracé du cycle de la machine thermique

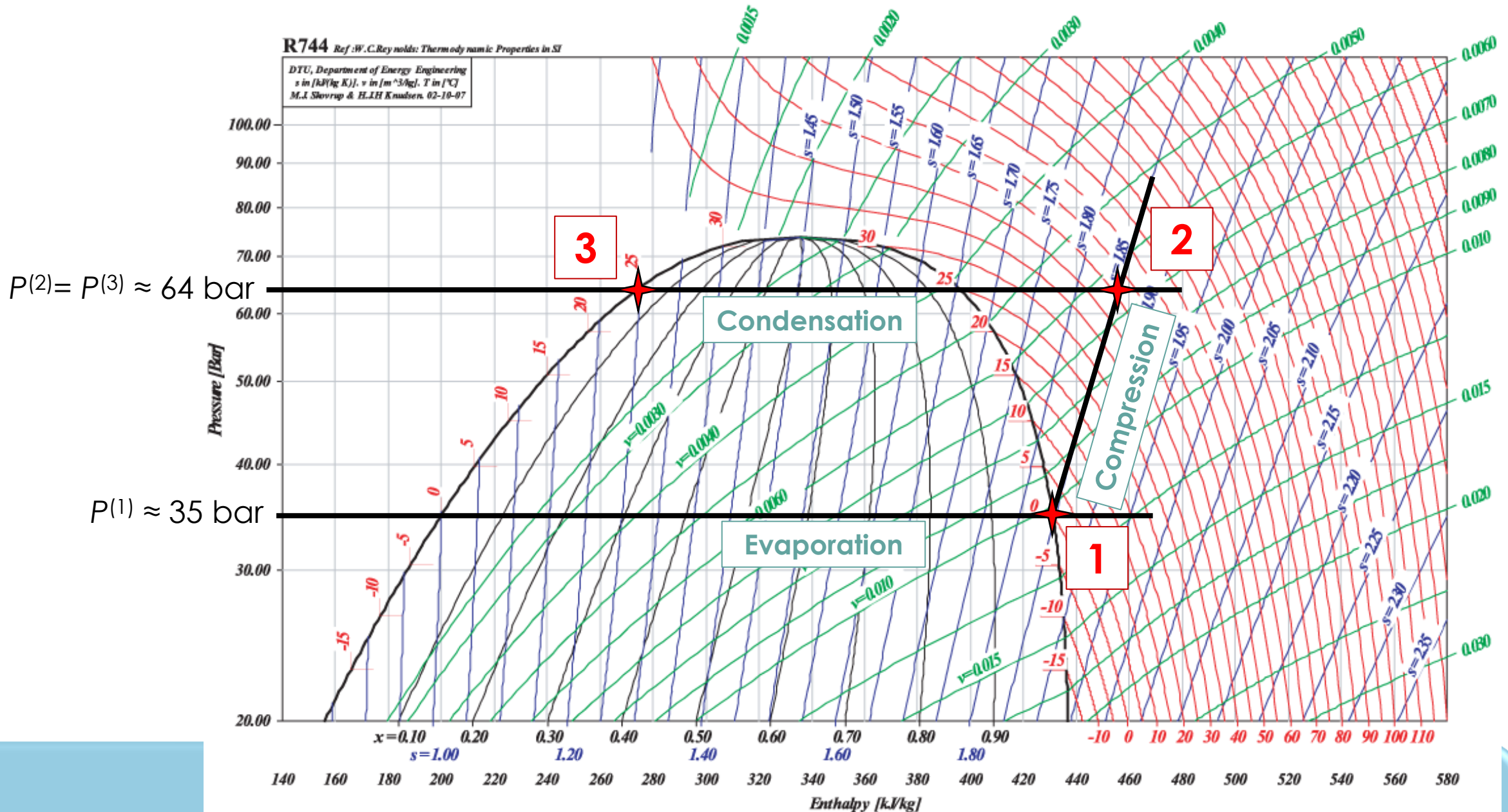
Etape 2 :

On s'intéresse à la phase de **compression** pour déterminer le **point 2**.

- En entrée du compresseur on est au point 1 (sortie de l'évaporateur).
- Un compresseur parfait suit un processus isentropique, soit $\Delta S \approx 0$.
- Pour déterminer le point 2, on suit donc la courbe isentrope passant par le point 1, jusqu'à atteindre la haute pression déterminée en étape 1.



2 – Tracé du cycle de la machine thermique



2 – Tracé du cycle de la machine thermique

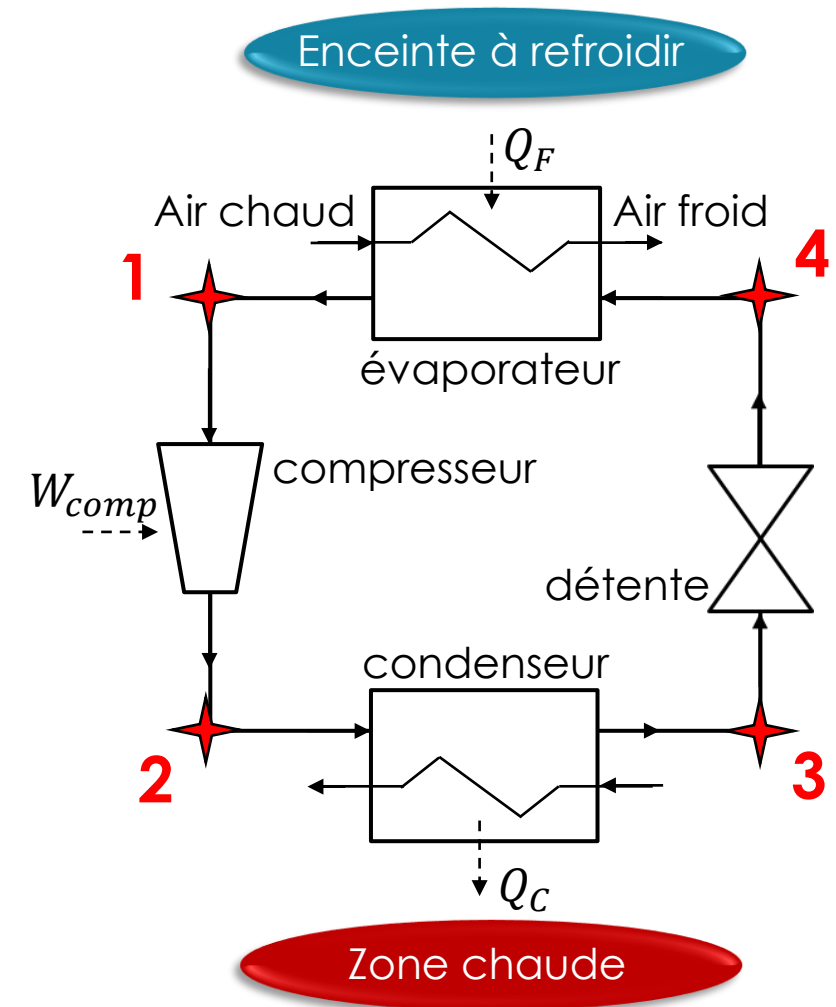
Etape 3 :

On s'intéresse à la phase de **détente** pour déterminer le **point 4**.

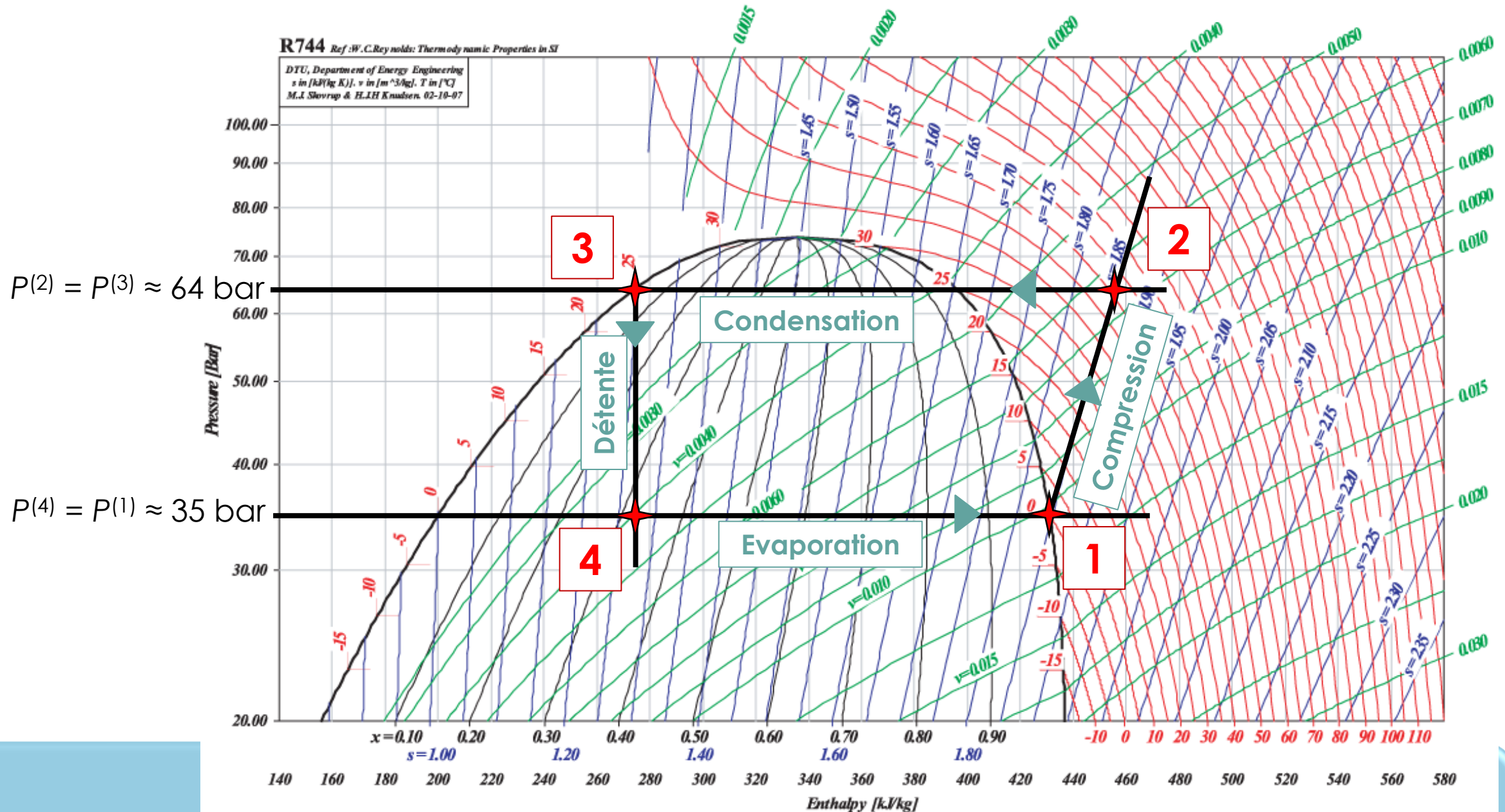
- En entrée du compresseur on est au point 1 (sortie de l'évaporateur).
- Une vanne de détente suit un processus isenthalpique, soit $\Delta H = 0$.
- Pour déterminer le point 4, on suit donc la droite isenthalpe passant par le point 3, jusqu'à atteindre la basse pression déterminée en étape 1.



A la fin, on n'oublie pas d'indiquer le sens de circulation du fluide !



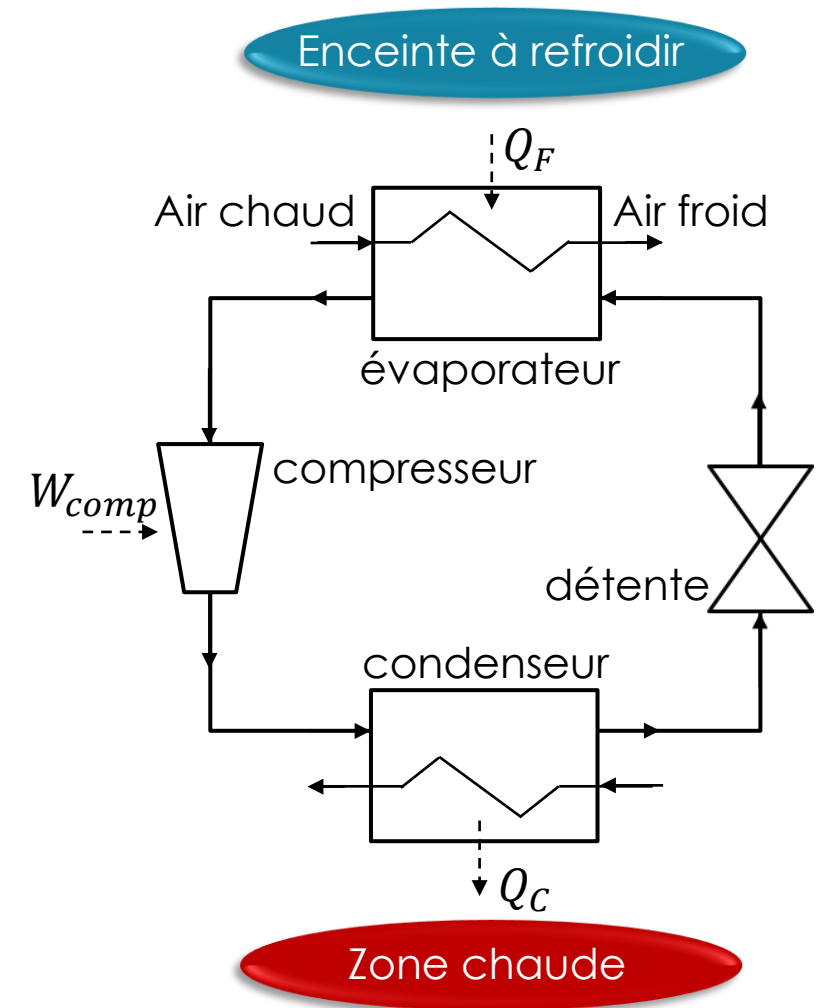
2 – Tracé du cycle de la machine thermique



3 – Calcul du coefficient de performance

Question 3 :

En supposant le cycle réversible,
calculez le COP.



3 – Calcul du coefficient de performance

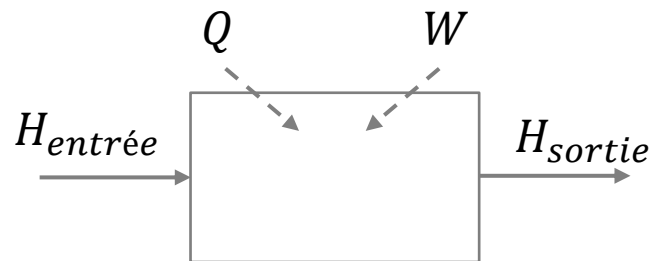
Formule générale

$$COP = \frac{Q_F}{W_{comp}}$$

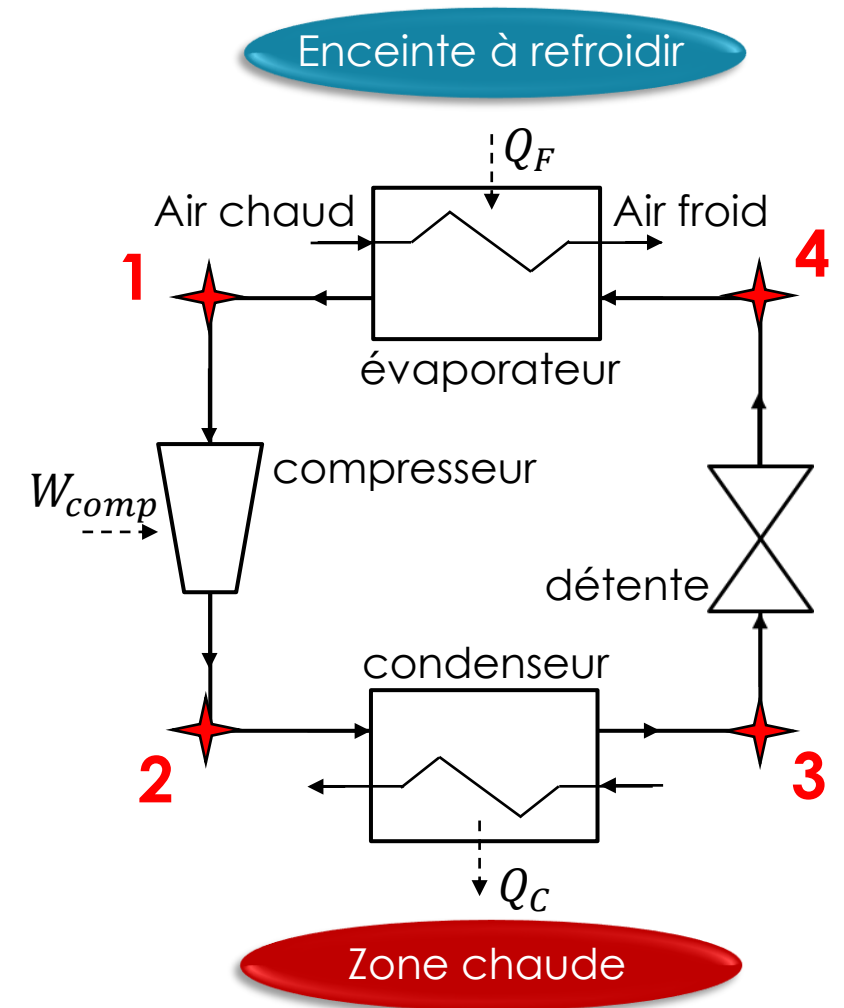
Bilan énergétique sur
l'**évaporateur**

Bilan énergétique sur le
compresseur

Pour chaque élément, on considère un système ouvert en régime permanent :



$$W + Q = H_{sortie} - H_{entrée}$$



3 – Calcul du coefficient de performance

Bilan énergétique sur l'évaporateur

$$\Delta H_{4 \rightarrow 1} = H_1 - H_4 = W_{\text{évap}} + Q_F$$

L'évaporateur est un échangeur de chaleur, impliquant un processus isobare.

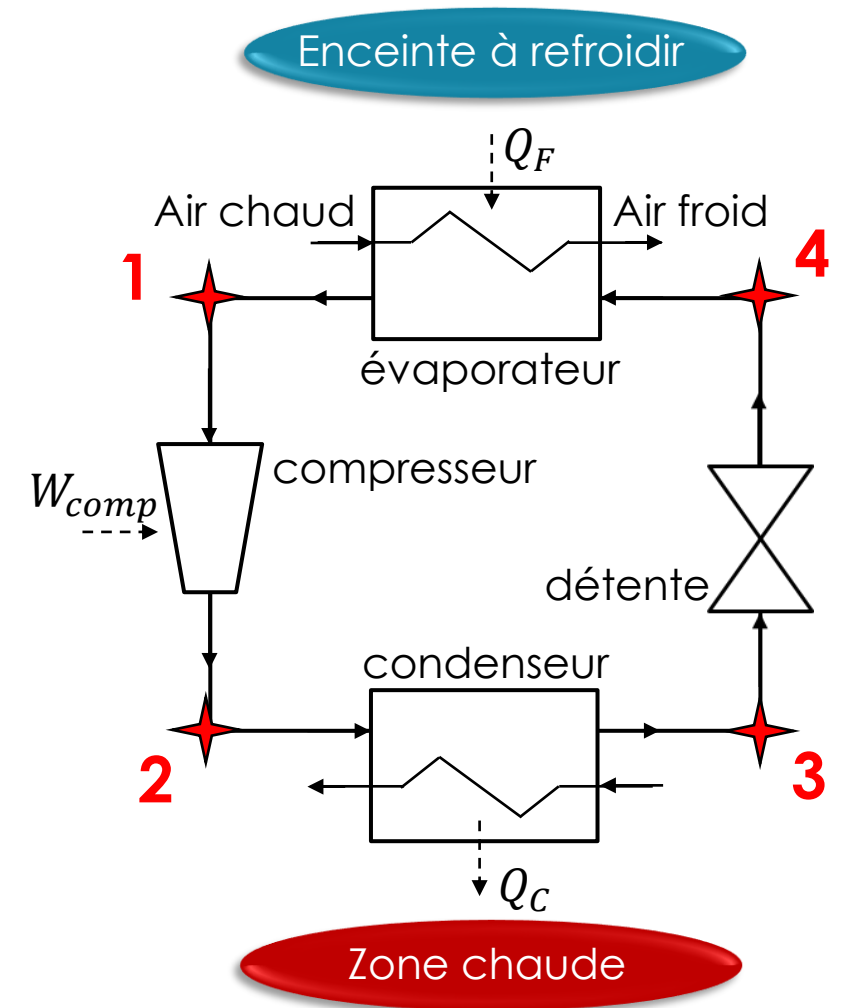
Le travail $W_{\text{évap}}$ est nul.

Finalement, on obtient :

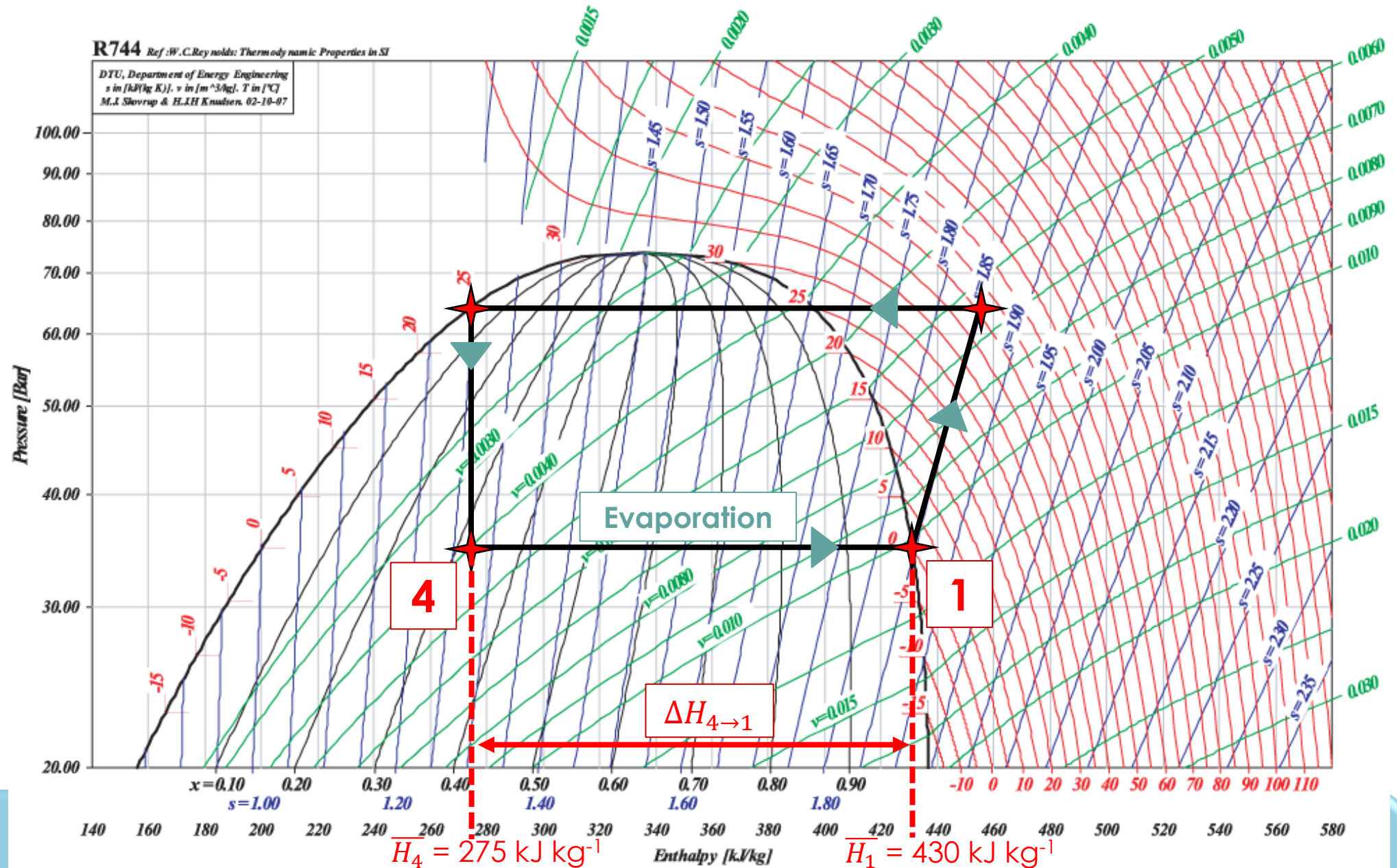
$$Q_F = \Delta H_{4 \rightarrow 1}$$

Détermination graphique (pour 1 kg) :

$$Q_F = \Delta H_{4 \rightarrow 1} = 430 - 275 = 155 \text{ kJ}$$



3 – Calcul du coefficient de performance



3 – Calcul du coefficient de performance

Bilan énergétique sur le compresseur

$$\Delta H_{1 \rightarrow 2} = H_2 - H_1 = W_{comp} + Q_{comp}$$

Dans l'énoncé (question 2), le compresseur est annoncé comme étant adiabatique.

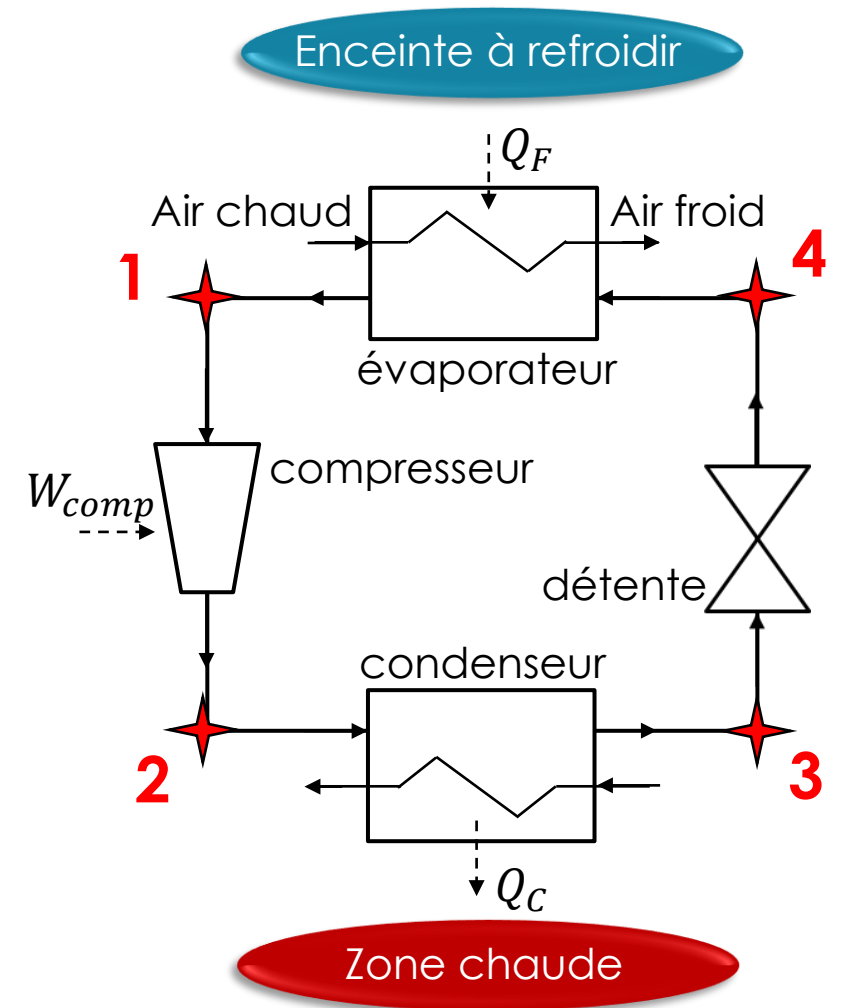
Donc $Q_{comp} = 0$.

Finalement, on obtient :

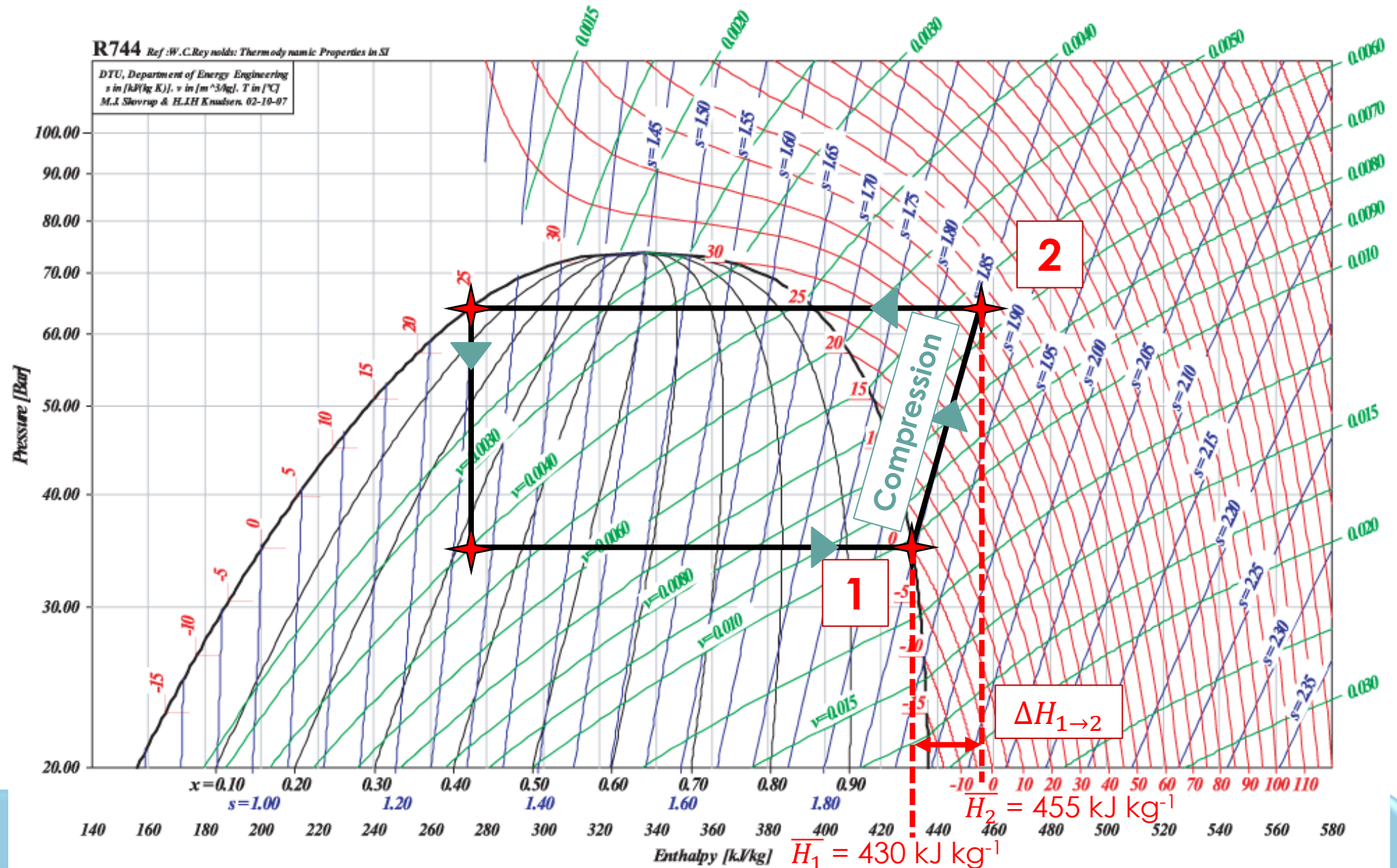
$$W_{comp} = \Delta H_{1 \rightarrow 2}$$

Détermination graphique (pour 1 kg) :

$$W_{comp} = \Delta H_{1 \rightarrow 2} = 455 - 430 = 25 \text{ kJ}$$



3 – Calcul du coefficient de performance



3 – Calcul du coefficient de performance

Calcul du COP

$$COP = \frac{Q_F}{W_{comp}} = \frac{155}{25} = 6,2$$



Selon le tracé et la lecture graphique, la valeur du COP peut sensiblement varier (limites de la méthode graphique).

