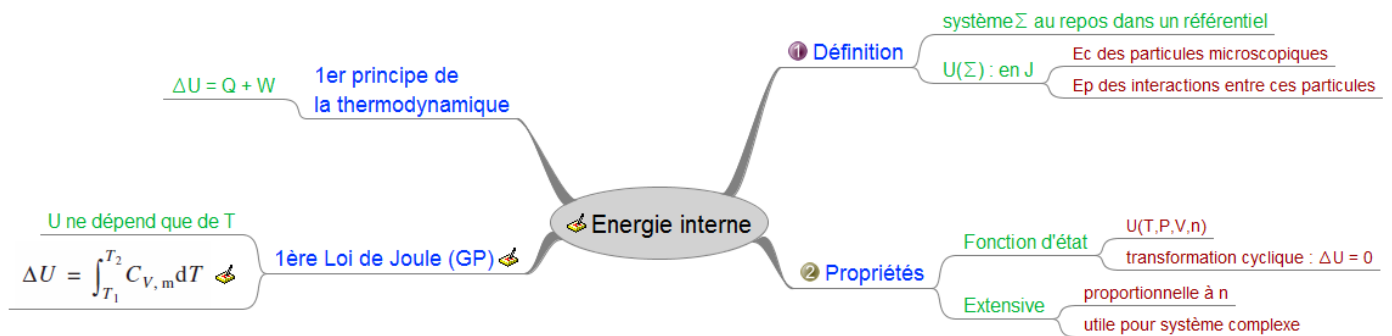


26e- Energie interne

Intro : Carte Mentale



Post Bac -:

Bibliographie :

- J'intègre PCSI* (Dunod) M-N- Sanz
- H-prépa Thermodynamique MP-PC-PCSI
- Nathan : thermodynamique pcsi

Idée : Comme la leçon état de la matière

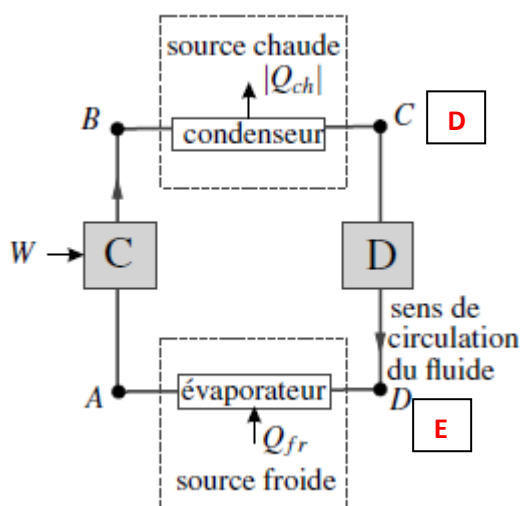
- Etude des cycles (machine thermique) (peut-être hors sujet)

Post Bac : Utilisation dans la machine Frigorifique.

Les systèmes frigorifiques et les pompes à chaleur sont en général des systèmes à condensation dont le principe est représenté sur la figure 25.8. Un fluide, dit *frigorigène* ou *caloporteur* suivant l'utilisation, suit un circuit comportant :

- un compresseur C dans lequel il reçoit du travail et n'a pas d'échange thermique (dans le compresseur la température du fluide augmente),
- un condenseur dans lequel il est en contact avec la source chaude à laquelle il cède du transfert thermique,
- un détendeur D dans lequel il ne reçoit ni travail, ni transfert thermique (dans le détendeur la température du fluide diminue),
- un évaporateur dans lequel il est en contact avec la source froide de laquelle il reçoit du transfert thermique.

Les transformations du fluide dans le condenseur et l'évaporateur sont isothermes, l'énergie perdue ou gagnée par le fluide correspondant à un changement d'état.

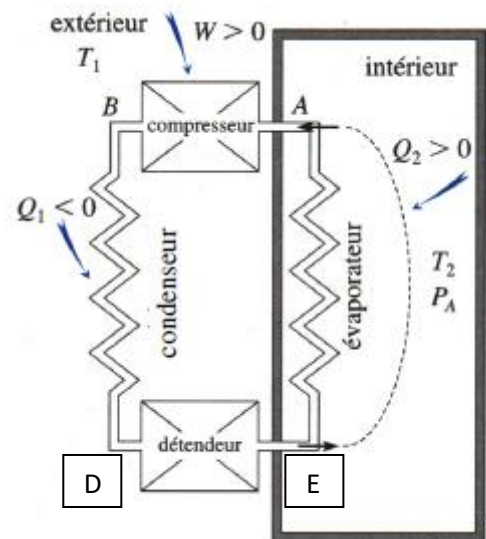
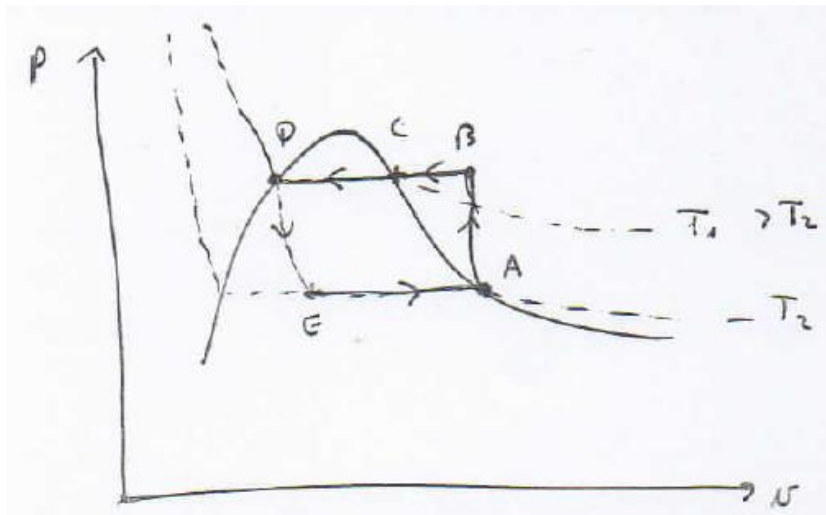


Attention il y a un décalage entre le schéma du j'intègre, le dessin du H-prépa et ce qui se passe réellement comme on peut le voir sur le 1001 questions

L'étape $B \rightarrow C$ est en réalité l'étape $B \rightarrow D$ comme décrit ci après

- A → B : compression adiabatique
- B → C : Refroidissement isobare (C : vapeur saturante)
- C → D : liquéfaction isobare et totale (D : état liquide saturant)
- D → E : Détente adiabatique

$E \rightarrow A$: Evaporateur isobare donc isotherme



Ne pas s'attarder sur ça dans cette leçon :

Calcul de la variance pour justifier l'isotherme et isobare pour la condensation et l'évaporation

Corps pur sous 2 phases : $V = X - Y = (P, T, xl, P_v) - \left(xl = 1, P = P_v, K^o = \frac{P_{vap}}{P^o} \right) = 1$

Donc si on fixe la température, on fixe automatiquement la pression et inversement.

La pente DE correspond à une adiabatique réversible $PV^\gamma = \text{constante}$ alors qu'une isotherme serait moins pentu puisqu'on aurait $PV = nRT$ (dans l'hypothèse des gaz parfaits, mais ce n'est pas le cas ici vu certaine pression)

Calcul de l'efficacité à l'aide du diagramme des frigoristes.

L'indication R717 : pour l'ammoniac

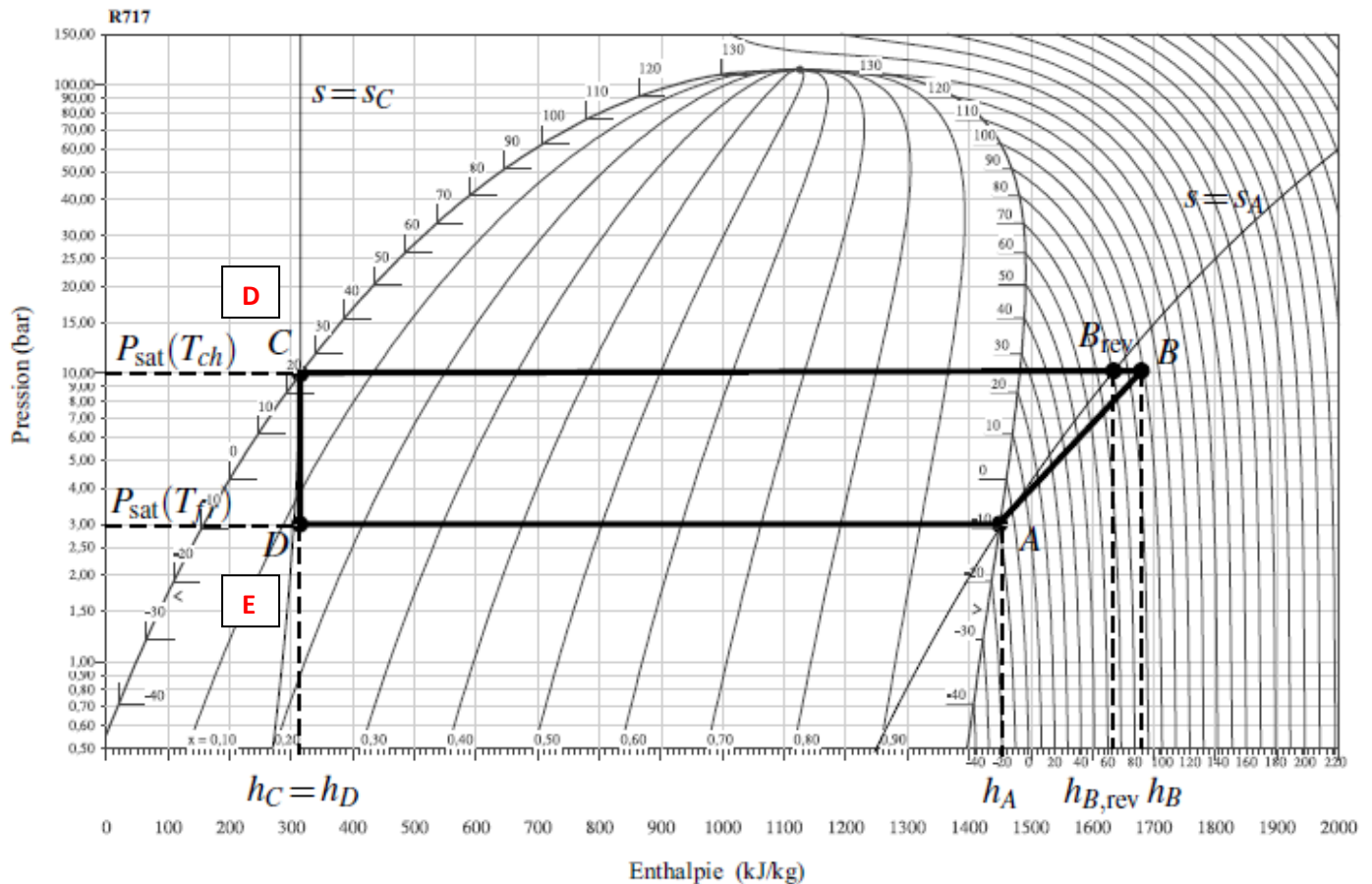


Figure 25.13 – Cycle d'une machine frigorifique : $T_{ch} = 298 \text{ K}$, $T_{fr} = 263 \text{ K}$.

Il faut en prendre un vierge et le faire devant eux.

De $A \rightarrow B$: compression adiabatique si on prend le cas de la réversibilité elle est isenthalpique. Et donc on peut calculer $q_{AB} = h_B - h_A = 1680 - 1450 \text{ kJ/kg} < 0$ qui est égal au travail fourni par le compresseur.

$B \rightarrow C$: Refroidissement isobare (C : vapeur saturante)

$C \rightarrow D$: liquéfaction isobare et totale (D : état liquide saturant)

Il s'agit de l'énergie échangé avec la source chaude et elle est bien négative $q_2 = h_D - h_C$ on ne la calcul pas car elle ne nous intéresse pas ici.

$D \rightarrow E$: Détente adiabatique

$E \rightarrow A$: Evaporateur isobare donc isotherme (c'est une réaction endothermique)

$q_1 = h_A - h_E = 1450 - 313 \text{ kJ/kg} > 0$ qui est l'énergie utile.

L'efficacité du frigo est alors donnée par : $e = \left| \frac{q_1}{W} \right| = 7,5$

On peut démontrer que pour une machine idéal réversible on a $e = \left| \frac{T_1}{T_1 - T_2} \right|$

On écrit pour le fluide, les deux principes des systèmes en écoulement sur le cycle réversible :

$$\begin{cases} q_1 + q_2 + w_u = \Delta h = 0 \\ \frac{q_1}{T_1} + \frac{q_2}{T_2} = \Delta s = 0 \end{cases}$$

(q_1 et q_2 sont les transferts thermiques massiques reçues par le fluide des sources à T_1 et T_2 , et w_u le travail massique mécanique total à fournir à l'ensemble turbine + compresseur (on récupère donc la puissance de la turbine).

L'efficacité de Carnot est : $\eta_c = \frac{q_2}{w_u}$.

Avec les deux équations, on trouve : $\eta_c = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$ Numériquement, $\eta_c = 4,2$.

Ce qui signifie qu'on extrait 4,2 fois plus de chaleur de la source froide qu'on n'injecte de travail. Cette valeur théorique n'est évidemment jamais atteinte.

Partie Péda :

TS : Résolution de problème :

Question : (à partir de l'exo 32 p382 du nathan)

On veut fabriquer une pompe à chaleur qui maintient une température de 18°C dans une habitation lorsque $T_e = -2^\circ\text{C}$. Quelle doit être l'énergie par cycle que peut fournir le compresseur ?

Donnée : $n = \frac{T_2}{T_2 - T_1} = \left| \frac{Q_f}{W} \right|$

Schéma de la pompe à chaleur avec descriptif de l'état liquide ou vapeur du fluide calorifique

Activité 2 et fig 4 p 391 du bordas pour savoir que si on passe de gaz à liquide on a besoin de chaleur donc $Q > 0$ et idem pour W

Cours avec $\Delta U = W + Q_1 + Q_2 = 0$

Préciser dans le cahier des charge qu'on veut un échange de chaleur de $Q_2 = 10J/cycle$ (il faudra faire le calcul pour savoir si c'est négatif ou positif)

Avec la formule du rendement et la valeur de Q_2 on a 2 équations avec 2 inconnues et on peut retrouver la valeur de W et Q_1

Conclusion :