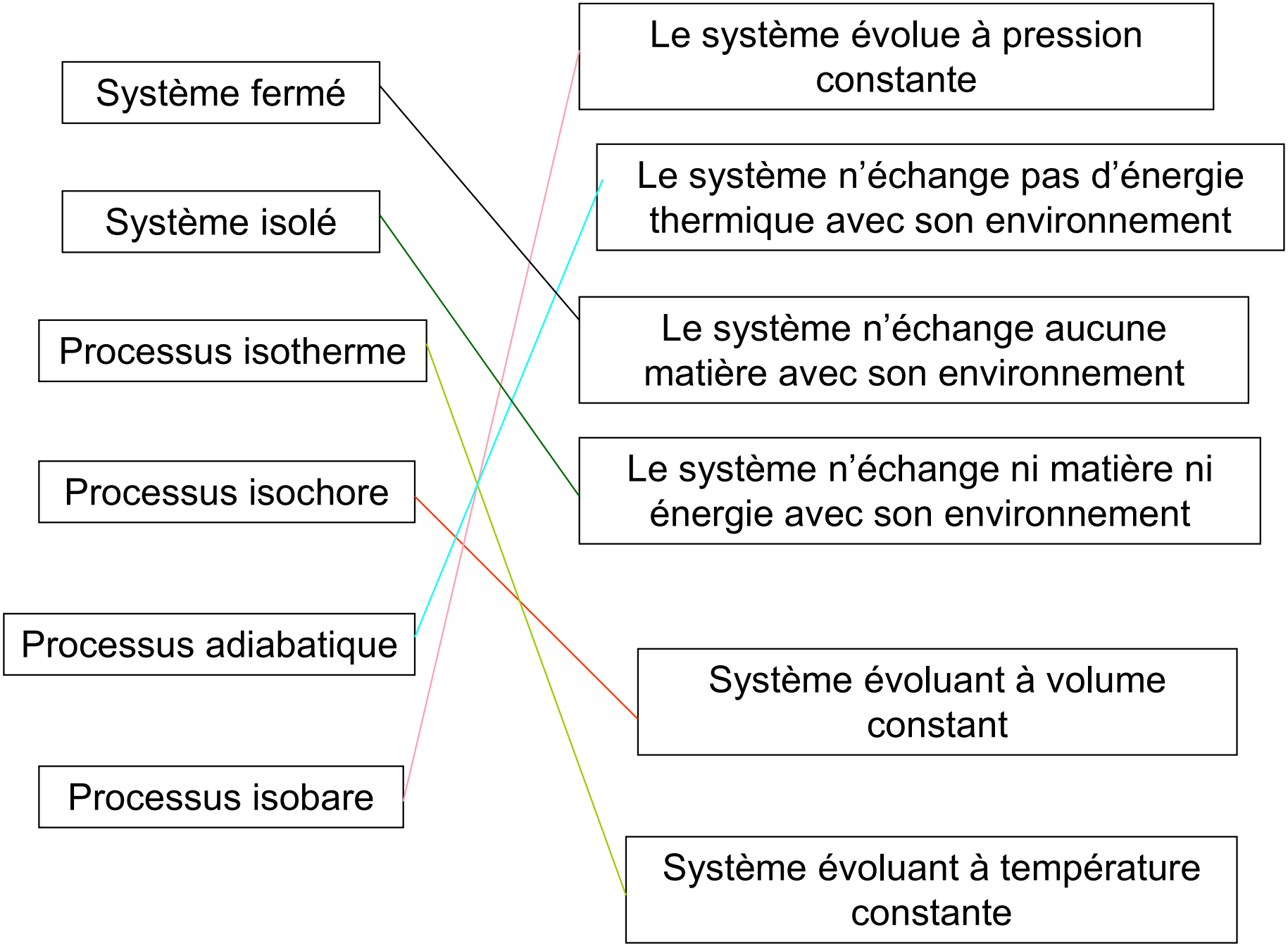
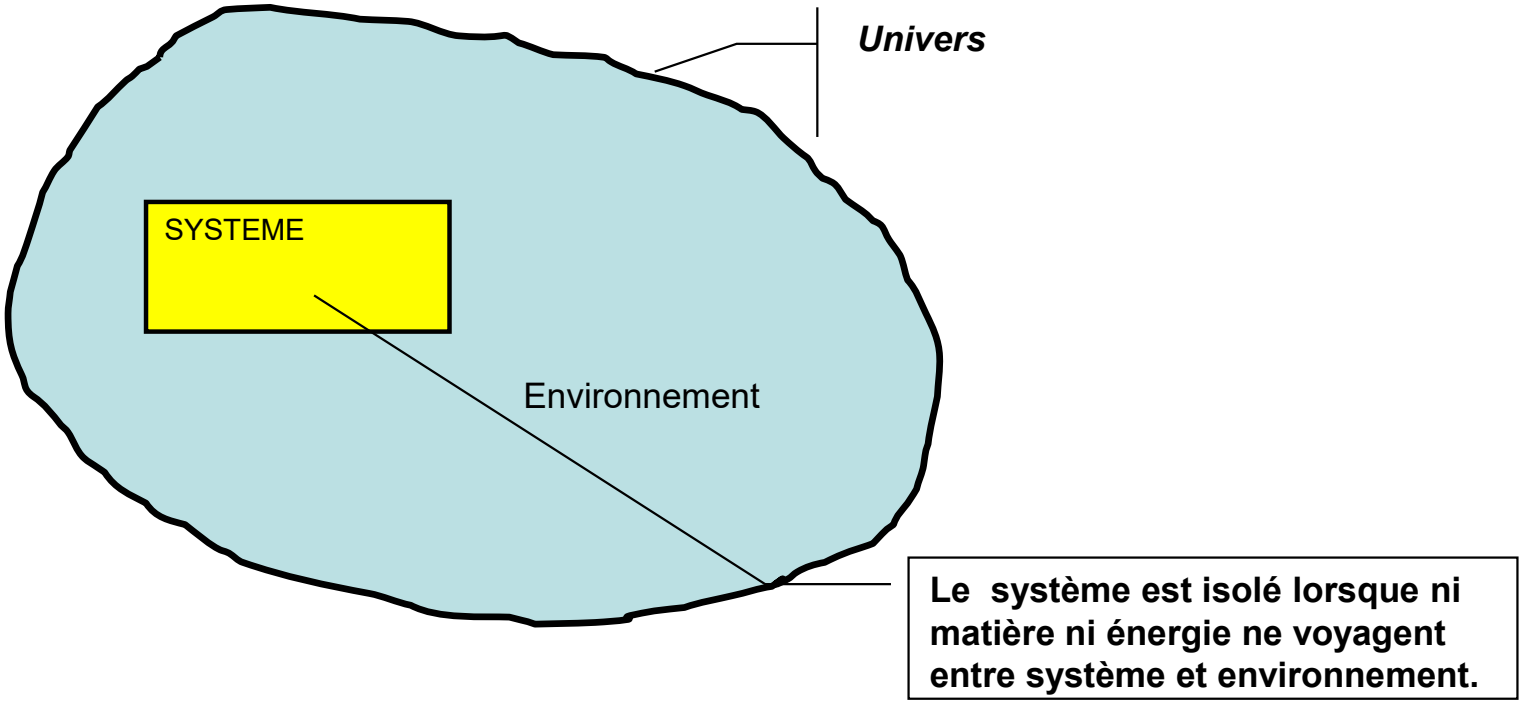
Eléments de thermodynamique

Par Daniel Toueix


Système fermé
Système isolé
Processus isotherme
Processus isochore
Processus adiabatique
Processus isobare
Le système évolue à pression constante
Le système n'échange pas d'énergie thermique avec son environnement
Le système n'échange aucune matière avec son environnement
Le système n'échange ni matière ni énergie avec son environnement
Système évoluant à volume constant
Système évoluant à température constante

PREMIÈRE LOI DE LA THERMODYNAMIQUE

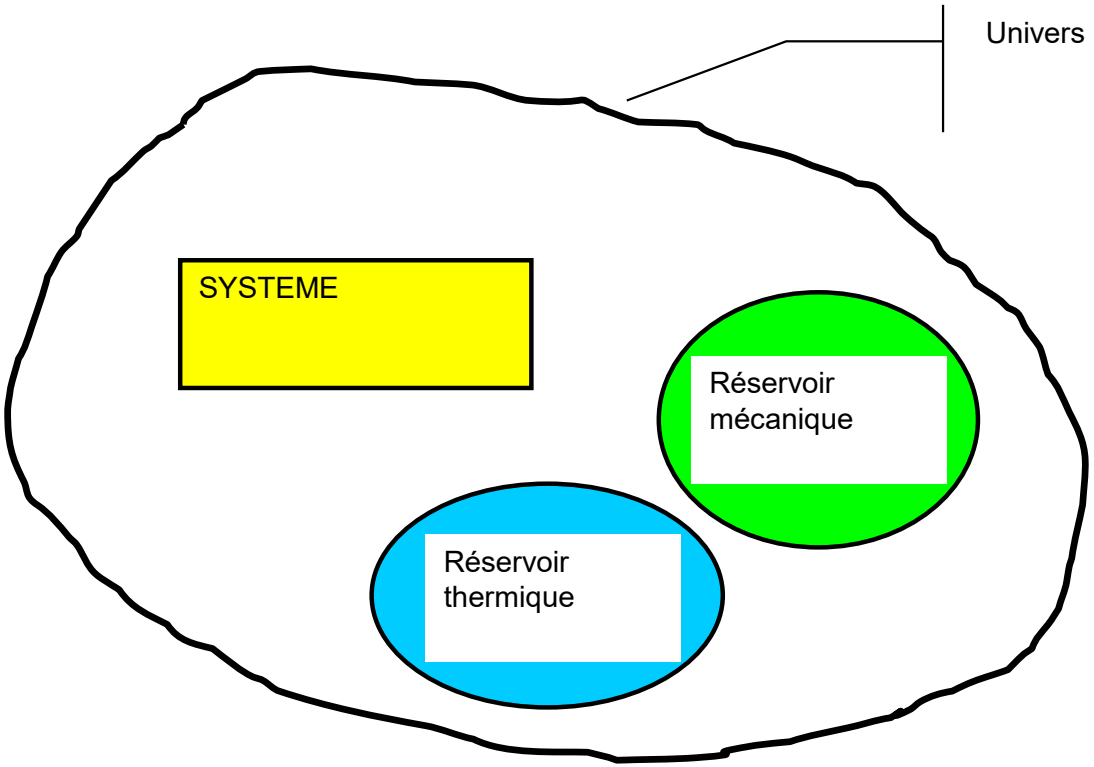
Energie dans l'univers



Dans l'univers, l'énergie d'un système isolé est constante.

E univers = constante = E système + E environnement

PREMIÈRE LOI DE LA THERMODYNAMIQUE



E univers = constante

E univers = E système + E réservoir mécanique + E réservoir thermique

PREMIÈRE LOI DE LA THERMODYNAMIQUE

E univers = constante

Puisqu'on ne connaît pas la valeur de cette constante, il est plus utile de considérer les changements d'énergie:

$$dE_{univers} = dE_{système} + dE_{environnement}$$
$$= dE_{système} + dE_{réservoir\,thermique} + dE_{réservoir\,mécanique}$$
$$= 0$$

Variation

$$d\,E_{système} = -dE\ réservoir\ thermique - dE\ réservoir\ mécanique$$

Si dq = -dE réservoir thermique et dw = -dE réservoir mécanique

$$dE_{système} = dU_{système} = dU = d\,Q + d\,W$$

Energie interne système

Energie thermique

Energie mécanique

ENTHALPIE

Transformation effectuée à volume constant:

$$dU = dQ + dW \qquad dW = PdV \qquad dW = PdV = 0$$

$$dU = dQv$$

Transformation effectuée à pression constante:

$$dU = dQ + dW \qquad dW = PdV$$

$$dU = dQp + PdV$$

$$dQp = \boxed{dU - PdV}$$

d H → Enthalpie

Alors, pour toute transformation à pression constante: dH = d Qp

CAPACITÉ CALORIFIQUE

$$dQp = dU - PdV$$

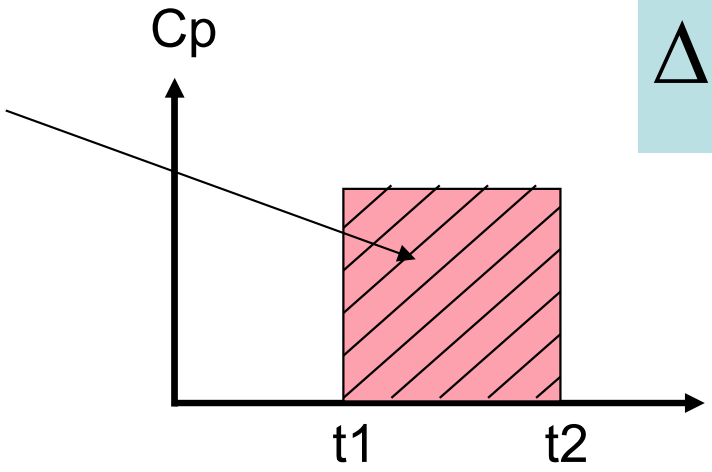
d H → Enthalpie
dQp = dH

$$dQp = dH = Cp\ dT$$

Capacité calorifique à pression constante

CAPACITE CALORIFIQUE A PRESSION CONSTANTE

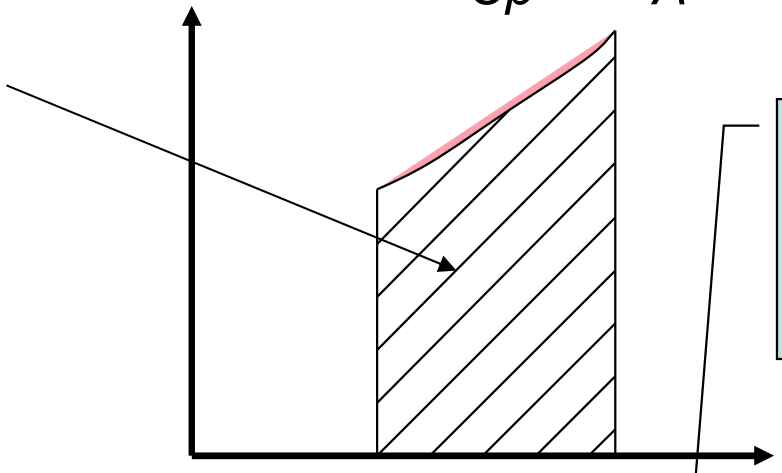
$$\Delta H = Cp\ \Delta T$$



$$\Delta H = \int_{T1}^{T2} Cp\ dT$$

$$Cp = A + B\ T + C\ T2$$

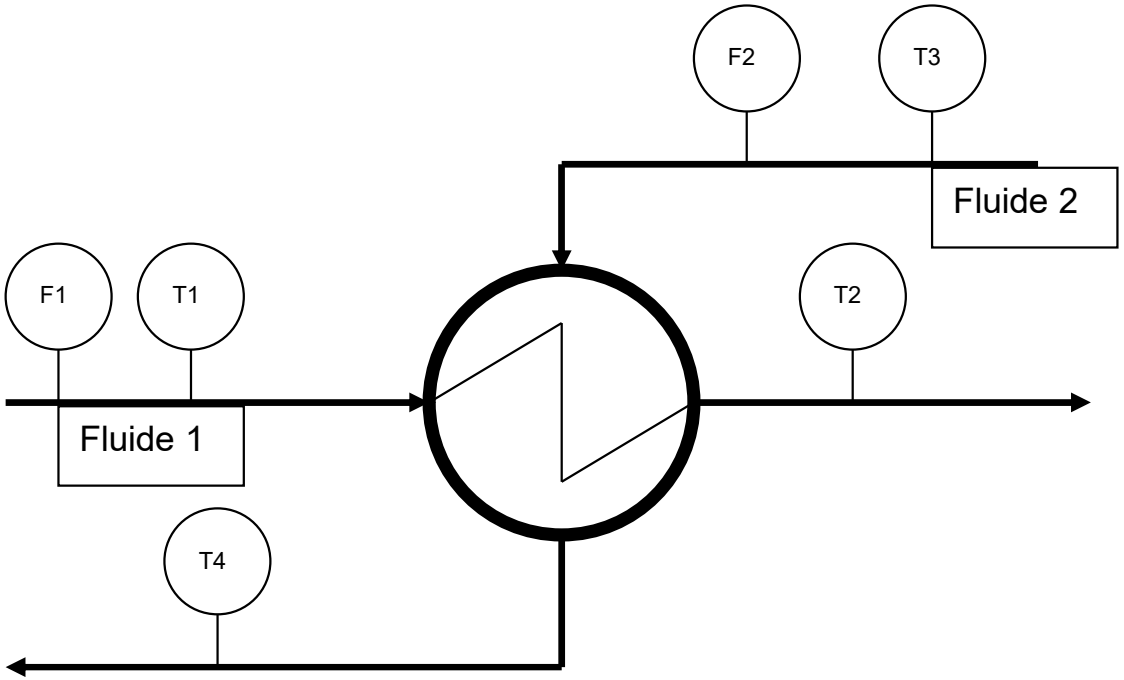
$$\Delta H = \int_{T1}^{T2} Cp\ dT$$



Attention dans ce cas les températures doivent être exprimées en K
1 K = 1°C + 273

$$\Delta H = \int_{T1}^{T2} A + B\ T + C\ T^2\ dT$$

$$\Delta H = A\left(T_2 - T_1\right) + \frac{B}{2}\left(T_2^{\,2} - T_1^{\,2}\right) + \frac{C}{3}\left(T_2^{\,3} - T_1^{\,3}\right)$$



Puissance en watt

Flux en mole.s^{-1}

Enthalpie en joules.mole^{-1}

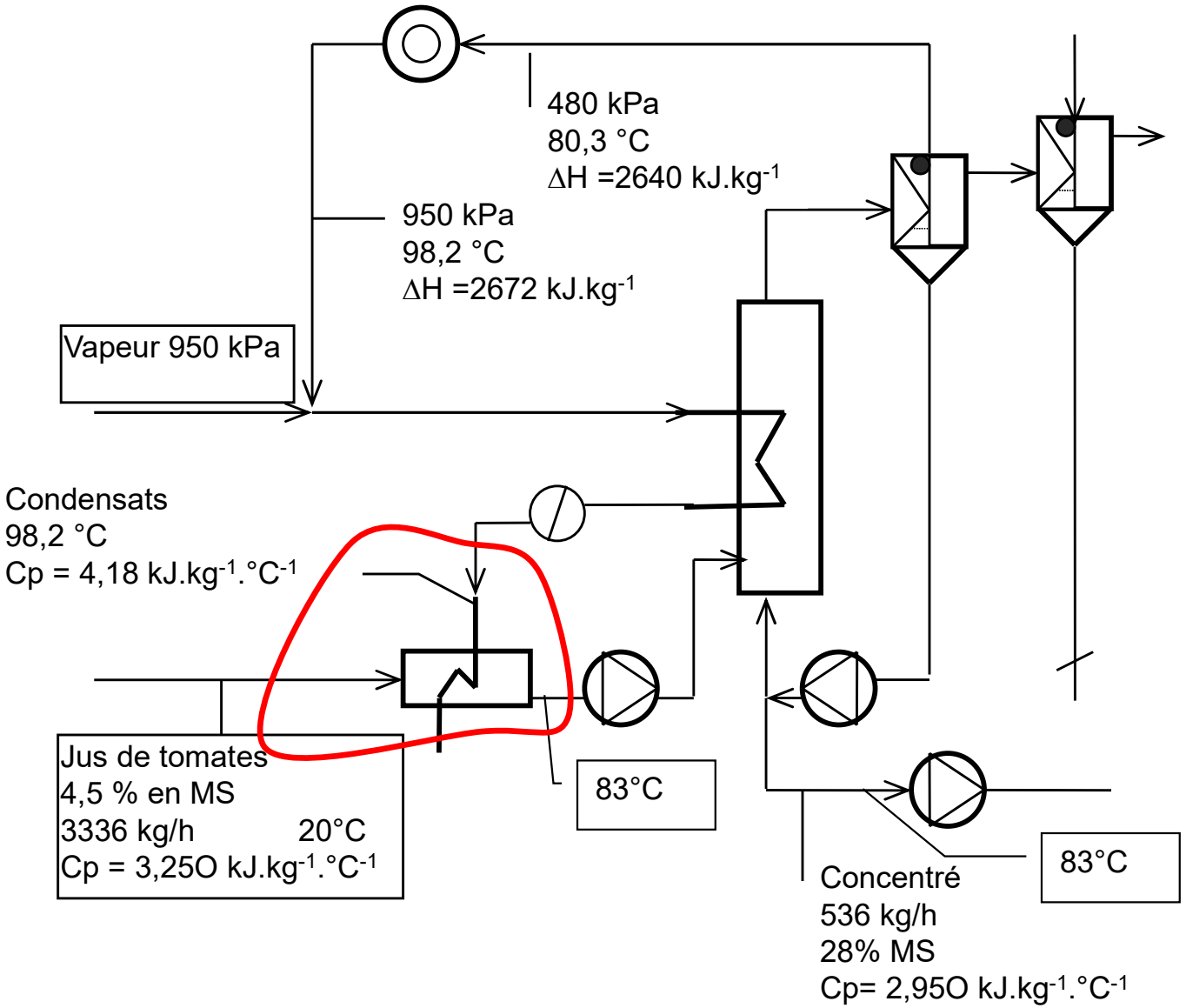
$$P = F1 \times \Delta H1$$

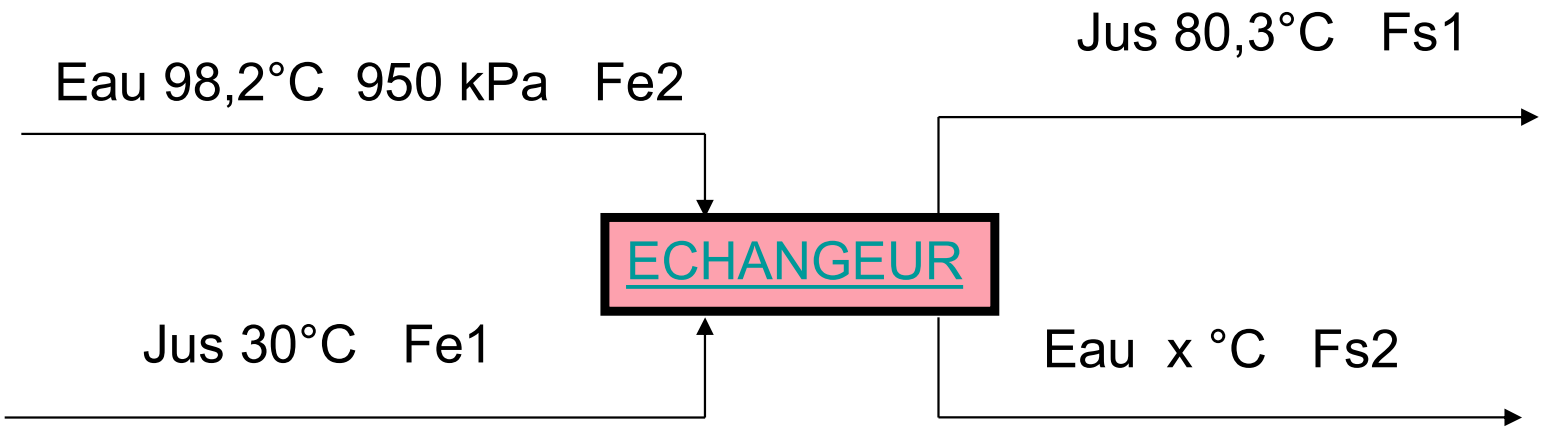
Grandeur extensive

Grandeur extensive

Grandeur intensive

CONCENTRATION DE JUS DE TOMATE





$$Pe1 + Pe2 = Ps1 + Ps2$$

$$Fe1 \times \Delta He1 + Fe2 \times \Delta He2 = Fs1 \times \Delta Hs1 + Fs2 \times \Delta Hs2$$

Dans le cas ou le Cp est invariable avec la température $\Delta Hi = Cpi\ \Delta T$

En choisissant une température de référence égale à 0°C $\Delta Hi = Cpi\ Ti$

$$Fe1 \times Cpe1.Te1 + Fe2 \times Cpe2.Te2 = Fs1 \times Cps1.Ts1 + Fs2 \times Cps2.Ts2$$



$$Pe_{eau}1 + Pe_{huile}2 = Ps_{eau}1 + Ps_{huile}2$$

Puissance calorifique eau

$$Ps_{eau}1 - Pe_{eau}1$$

$$Fs_{eau}1 \times \Delta Hs1 - Fe_{eau}1 \times \Delta He1$$

Puissance calorifique côté huile

$$Pshuile2 - Pehuile2$$

$$Fs_{huile2} \times DHs2 - Fe_{huile2} \times DHe2$$

En choisissant une température de référence égale à 0°C

$$Fs1 \times Cps1.Ts1 - Fe1 \times Cpe1.Te1$$

$$4.10^5/3600 \times 4{,}18 \times 32 - 4.10^5/3600 \times 4{,}18 \times 21$$

5109 W

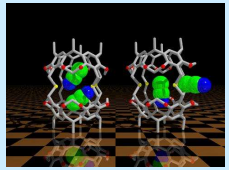
$$Fs2 \times Cps2.Te2 - Fe2 \times Cpe2.Te2$$

$$70 \times 3{,}05 \times 90 - 70 \times 3{,}2 \times 55$$

6895 W

Le rendement thermique de l'échangeur est de : 5109/6895 = 0,7396

Génie des Procédés.



Contact



D.Toueix

daniel.toueix@gmail.com

