

Bilans thermodynamiques

Révision 1ère année :

- Notion de systèmes [ouvert, fermé, isolé] et de frontière
- Les principes de la thermodynamique
- Enthalpie & Tf° de Joule-Thomson
- Diagramme P - h : bilans et machines thermiques

Objectifs :

- Modélisation des systèmes ouverts
- Bilan d'énergie (1er principe)
- Bilan d'entropie (2nd principe)

I - Problématique des systèmes ouverts

Exemples de dispositifs

On appelle bilan macroscopique le fait de comparer l'entrée et la sortie d'un fluide thermodynamique en écoulement à travers un dispositif tel qu'un détendeur, compresseur, un échangeur thermique ou une turbine hydroélectrique avec lequel le fluide échange du travail et de la chaleur. Nous avons vu que la plupart des appareils thermodynamiques peuvent se décomposer en une succession de tels dispositifs, comme le réfrigérateur où ils forment son cycle thermodynamique, mais il peut aussi n'y en avoir qu'un seul dans une simple canalisation.

Détendeur / Surpresseur :	Ajuster la pression d'eau d'une maison ou immeuble par rapport au réseau et de la consommation.
Échangeur :	Contrôler les échanges thermiques par exemple du circuit primaire vers le circuit secondaire d'une centrale nucléaire.
Turbine hydroélectrique :	L'eau descend d'un barrage ou d'un lac de rétention d'eau dans une tuyère et met en rotation les augets d'une turbine.
Pompe à refoulement :	On descend le moteur en profondeur (~ 100m) pour pousser le fluide vers la surface.
Réfrigérateur / Pompe à chaleur : - Compresseur - Condenseur - Détendeur - Évaporateur - etc en cycle récepteur
Moteur de centrale nucléaire : - Évaporateur - turbine - Condenseur - Pompe - etc en cycle moteur

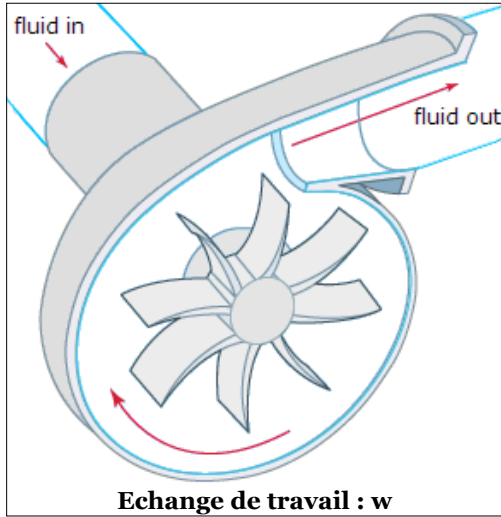
Entre l'entrée et la sortie les paramètres thermodynamiques du fluide auront changé :

Pression, Température, état liquide et/ou vapeur, masse volumique, vitesse, énergie potentielle,

et les grandeurs thermodynamiques massiques associées :

Energie interne, enthalpie, entropie, Etc ...

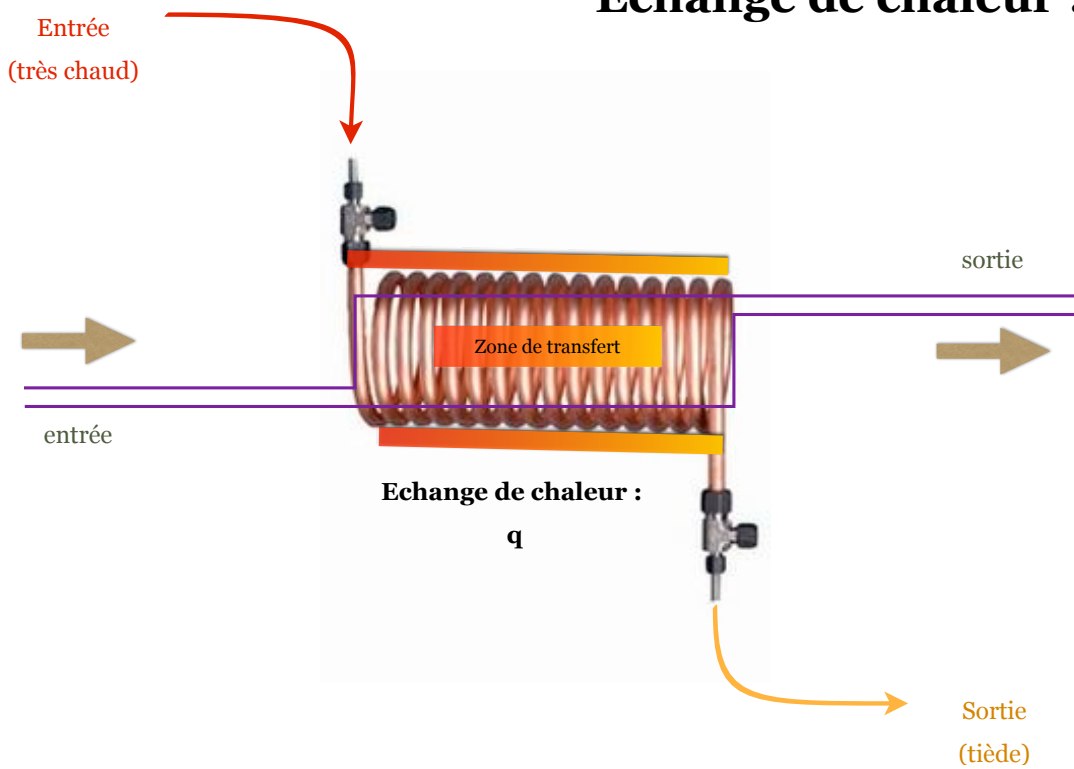
Echange de travail : w



Turbine à augets Pelton



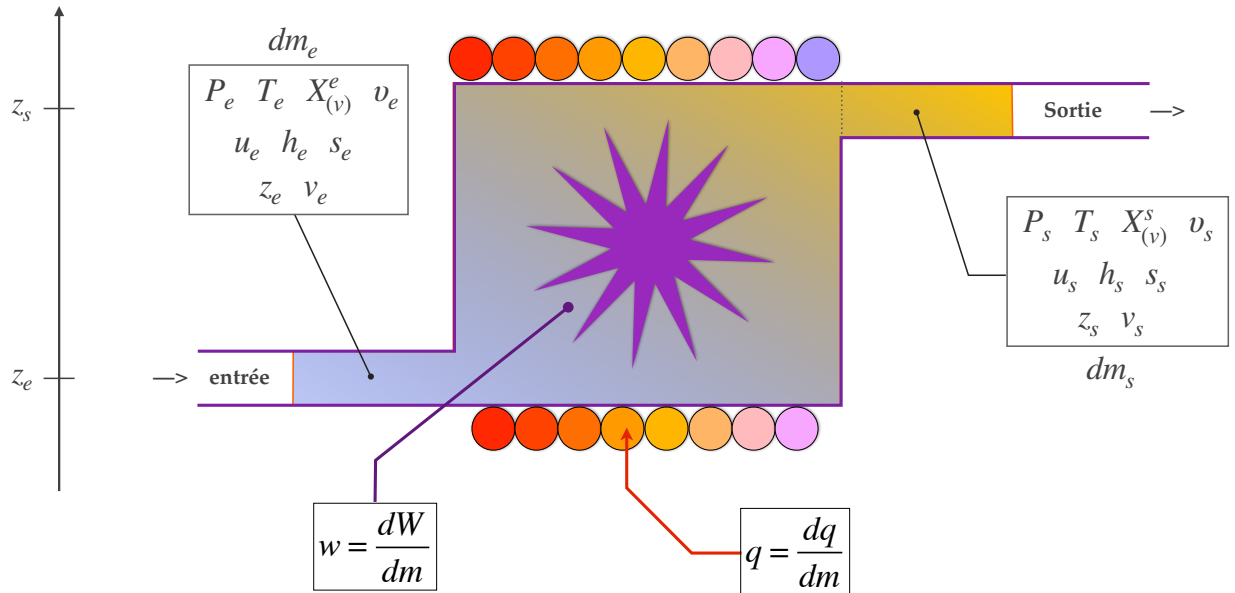
Echange de chaleur : q



II - Définition du système fermé en écoulement

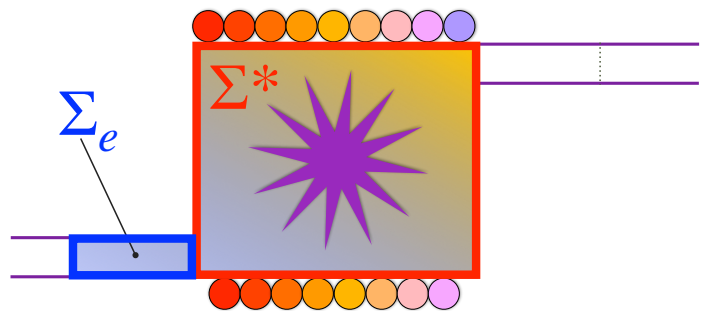
1 - Construction d'un système fermé pour le bilan d'une grandeur extensive.

On considère l'échangeur ci-dessous, le plus général possible. Le fluide s'écoule en permanence à travers ce dispositif, entrant par la gauche et sortant par la droite. On parle de **système ouvert** → les caractéristiques du fluide : thermodynamiques, mécaniques et même son état (liquide, vapeur) ne sont pas les mêmes a priori en entrée et en sortie du système.



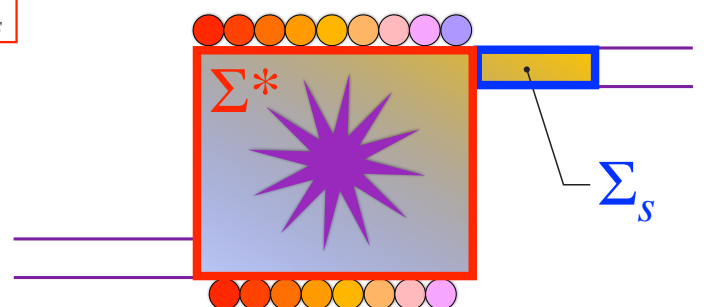
Soit $\Sigma(t)$ un système contenant toujours les mêmes particules, la même matière, mais dont les frontières sont mobiles en entrée et en sortie.

Soit ici à l'instant t : $\Sigma(t) = \Sigma_e \cup \Sigma^*$



Soit $\Sigma(t + dt)$ le même système contenant toujours les mêmes particules, la même matière, mais qui a traversé le système.

Soit ici à l'instant $t+dt$: $\Sigma(t + dt) = \Sigma^* \cup \Sigma_s$



On a ainsi construit ainsi le **systeme fermé** $\Sigma(t)$ qui contient toujours les mêmes particules, la même matière, mais dont les frontières sont mobiles en entrée et en sortie.

III - Bilans thermodynamiques —> Enthalpie h & entropie s