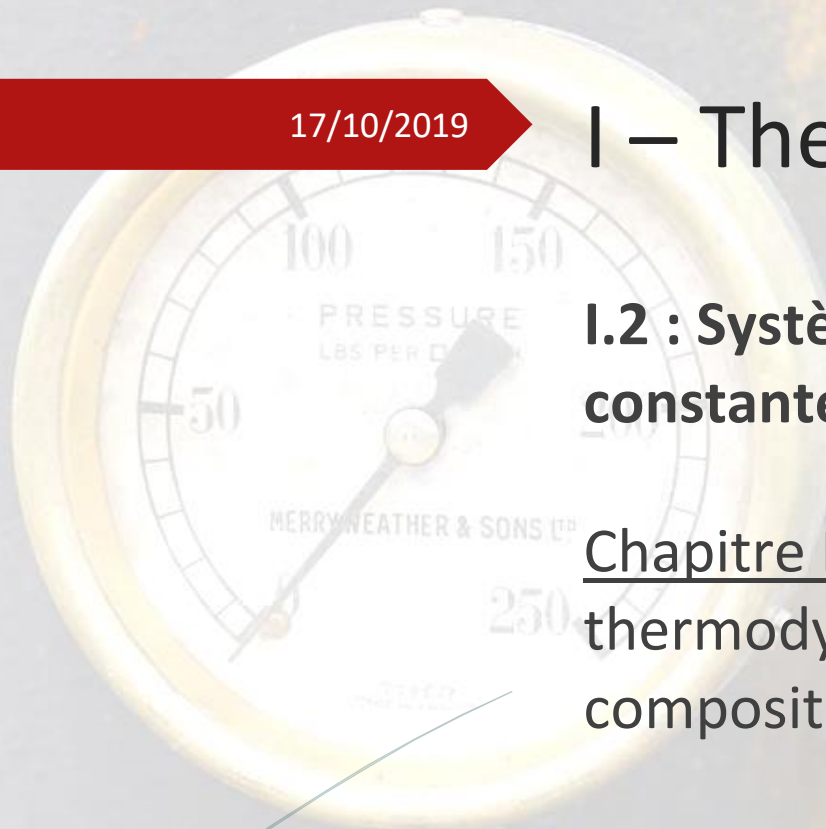


17/10/2019

I – Thermodynamique

I.2 : Systèmes fermés de composition constante

Chapitre I.2.1 : Application des principes de la thermodynamique à des systèmes fermés de composition constante



Problématique

1BCPST : Application des deux principes à des systèmes exclusivement constitués de phases condensées

- 1^{er} principe : Conservation de l'énergie
- 2nd principe : Evolution d'un système

2BCPST :

- Extension aux systèmes contenant des gaz
- Possibilité de calcul du travail de forces pressantes

Plan du cours

1 – Rappel des deux principes

2 – Fonction d'état « enthalpie »

- Définition
- Intérêt
- Identités thermodynamiques

3 – Variation de U ou H avec la température

4 – Calcul du transfert thermique

5 – Loi de Laplace

1. Rappel : Principes de la thermodynamique

- **1^{er} principe :**

- Enoncé
- Transfert mécanique W :
 - Travail des forces pressantes W_p
 - Travail utile W_u
- Si système macroscopiquement au repos

- **2nd principe :**

- Entropie échangée S_e
- Entropie créée S_c

- **Systeme fermé de composition constante**

- **Forme différentielle**

2. Fonction d'état « Enthalpie »

2.1. Définition

- **Expression**
 - Relation de définition
 - Unité
 - Couple de variables conjuguées
- **Propriétés**
 - Extensive, donc additive
- **Intérêt de l'enthalpie en l'absence de travail utile**
 - Transfert thermique à V cte ?
 - Transfert thermique à P cte ?

2.2. Identités thermodynamiques

- ***Cas de l'énergie interne***
 - Démo : utilisation d'un chemin réversible
 - Application des deux principes
- ***Cas de l'enthalpie***
 - Utilisation de la 1^{ère} identité thermo
 - Utilisation de la définition de H
- ***A quoi servent-elles ?***

3. Variations des fonctions d'état avec la température

3.1. Cas des phases condensées

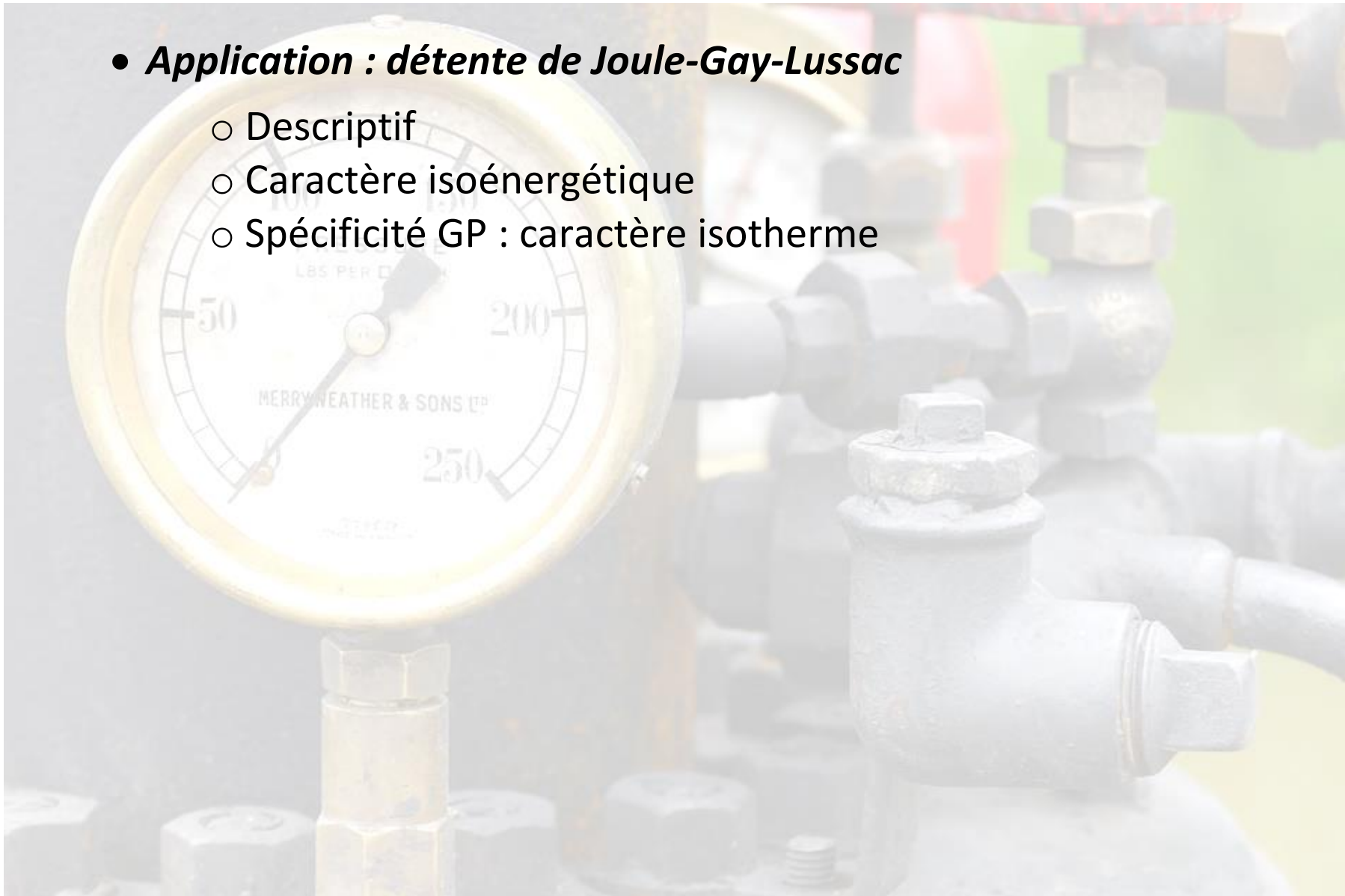
- **Capacité thermique d'un liquide ou solide**
 - Définition
 - Unité
- **Variation des fonctions d'état :**
 - Energie interne : $dU = CdT$
 - Enthalpie : $dH = d(U+pV) \approx CdT$
 - Entropie : utilisation de la 1^{ère} ou 2^{nde} id. thermo.
- **Exemple :** *Octave reste des heures dans son bain. Au bout de 2 heures, la température de l'eau est passée de 45 °C à 22 °C. Calculer la variation des fonctions d'état ($c_{eau} = 4,18 \text{ J.K}^{-1}.\text{g}^{-1}$)*

3.2. Cas des gaz parfaits

- **Capacités thermiques d'un gaz**
 - A volume constant C_v
 - A pression constante C_p
 - Rapport des capacités $\gamma = C_p/C_v$
- **Relation de Mayer**
 - Démonstration
 - Expression des capacités thermiques du GP
- **Variation des fonctions d'état :**
 - Energie interne : $dU = C_v dT$ (1^{ère} loi de Joule)
 - Enthalpie : $dH = C_p dT$ (2^{ème} loi de Joule)
 - Entropie : utilisation de la 1^{ère} ou 2^{nde} id. thermo.

- ***Application : détente de Joule-Gay-Lussac***

- Descriptif
- Caractère isoénergétique
- Spécificité GP : caractère isotherme



4. Détermination d'un transfert thermique

- **Méthode**

- Ecriture du 1^{er} principe
- Calcul du travail des forces pressantes
- Obtention du transfert thermique par différence

- **Exemple :**

Calculer le transfert thermique algébriquement reçu par une mole de diazote lors de sa compression infiniment lente, de 1 bar à 2 bar, dans un piston non calorifugé en contact avec un thermostat à la température $T = 25\text{ °C}$.

5. Loi de Laplace

- **Hypothèses**

- Système fermé de composition constante
 - Gaz parfait
 - Transformation isentropique
 - Coefficient γ constant
- En pratique = Adiabatique et Réversible

- **Loi de Laplace :**

- Démonstration
- Autres variables

- **Exemple :** *Calculer la température finale d'une mole de diazote gazeux comprimée très lentement de 1 bar à 2 bar dans un piston calorifugé initialement à 20 °C.*

Conclusion : Formulaire

		Liquide ou Solide	Gaz parfait
Fonctions état	ΔU	$dU = dH = C dT$	$dU = C_v \cdot dT = \frac{nR}{\gamma-1} dT$
	ΔH		$dH = C_p \cdot dT = \frac{nR\gamma}{\gamma-1} dT$
	ΔS	Utiliser une identité thermodynamique	
Autres grandeurs	W	$\delta W = - P_{ext} \cdot dV$ (ou $\delta W = - P \cdot dV$ si réversible)	
	Q	Utiliser le 1 ^{er} principe et l'expression de W	
	$S_{échangée}$	$S_e = \int \frac{\delta Q}{T_{ext}} \rightarrow S_e = \frac{Q}{T_{ext}}$ si $T_{ext} = cte$	
	$S_{créée}$	Utiliser 2 nd principe et les expressions de ΔS et S_e	

Loi de Laplace : $PV^\gamma = cte$ si GP, adiabatique, réversible, γ cte.