

MEC1210 - THERMODYNAMIQUE

TRAVAIL À FAIRE SUITE À LA 4^e RENCONTRE DU PROJET

Période de projet du 26 février 2024

- 1) Avancer votre connaissance du logiciel EES en l'explorant plus à fond, principalement les fonctions « Duplicate » et « Min-Max ».
- 2) Terminer le **programme EES de calcul** des paramètres thermodynamiques du cycle de Rankine avec soutirage et irréversibilité. En page 2 vous trouverez la figure de ce cycle, les données fournies par la centrale Bowater ainsi que les hypothèses que vous devez utiliser.
- 3) Construire le **diagramme** (**T – S**) (température - entropie) de ce cycle avec soutirage et irréversibilité. Ne pas oublier que la construction de ce diagramme nécessite que les paramètres soient sous forme de vecteurs (ex : T[5]).
- 4) Mettre à jour le **tableau paramétrique** du dernier travail (en variant T[13]) ainsi que le graphique X-Y obtenu à partir des résultats du tableau paramétrique.
- 5) Les **hypothèses** que vous devez utiliser pour calculer les propriétés thermodynamiques aux différents points du cycle sont les suivantes :
 1. Le régime est permanent
 2. Les pertes de pression par frottement dans les conduites sont négligées, sauf où la pression a été mesurée
 3. Les pertes de chaleur sont négligées
 4. Les changements d'énergie cinétique sont négligés
 5. Les changements d'énergie potentielle sont négligés, sauf entre les points [6] et [7]
 6. La condensation de la vapeur se fait au niveau des machines à papier (Utilisateur)
 7. La perte de chaleur du dégazeur à l'environnement est négligeable
 8. L'eau perdue par les machines à papier a les mêmes propriétés thermodynamiques que le condensat qui sort de ces machines (point [2])
- 6) À partir des paramètres thermodynamiques, principalement les températures (T) et les enthalpies (h), de chaque point **vous devez calculer** :
 - Les caractéristiques thermodynamiques en chaque point du cycle
 - La chaleur fournie à la vapeur par la chaudière et par l'économiseur : **Q_dot_Vapeur** (kW)
 - La chaleur récupérée au rebouilleur PTM : **Q_dot_PTM** (kW)
 - L'énergie thermique fournie aux utilisateurs (machines à papier) : **Q_dot_Utilisateur** (kW)
 - Perte de masse d'eau par Utilisateurs (machines à papier) : **m_dot_Pertes** (kg/s)
 - Perte d'énergie due à la perte de masse d'eau par Utilisateurs : **Q_dot_Pertes** (kW)
 - L'énergie fournie par l'eau d'appoint : **Q_dot_Appoint** (kW)
 - La puissance utilisée par les 3 pompes : **W_dot_Pompe** (kW)
 - La puissance brute de la turbine : **W_dot_Turbine** (kW)
 - Le rapport de puissance utilisée par les pompes sur la puissance produite par la turbine
Rapport_Pompe_Turbine (%)
 - La puissance nette du cycle Rankine (puissance mécanique de la turbine moins puissance des pompes : **W_dot_Rankine** (kW)
 - Le rendement du cycle Rankine avec irréversibilités : **eta_Rankine** (%)
 - Le rendement du cycle de Carnot correspondant : **eta_Carnot** (%)
- 7) En préparation à la 5^e rencontre, les étudiants doivent **lire les pages** du livre de Thermodynamique portant sur les irréversibilités dans un cycle Rankine.

NOTE : Voir site Moodle du cours pour la remise du travail !

Tableau des données à utiliser pour le cycle Rankine avec soutirage et irréversibilités:

POINT	NOM	CARACTÉRISTIQUES	DÉBIT (kg/s)	P* (kPa)	T (°C)	TITRE (-)
1	Entrée de l'eau d'appoint	Liquide	25.37	200	15	
2	Retour condensat des utilisateurs	Liquide	23.62	200	100	
3	Entrée de condensat à la Pompe # 1	Liquide				
4	Sortie de la Pompe # 1	Liquide		240		
5	Entrée vapeur Basse Pression au Dégazeur	Vapeur	7.86			
6	Sortie du Dégazeur	Liquide		238		
7	Entrée de la Pompe # 2	Liquide				
8	Sortie de la Pompe # 2	Liquide		9650		
9	Entrée Économiseur	Liquide				
10	Sortie Économiseur	Liquide		9600	256	
11	Point virtuel dans la Chaudière	Liquide saturé		8620		0
12	Vapeur sortant du Ballon	Vapeur saturée		8620		1
13	Entrée de la vapeur à la Turbine	Vapeur surchauffée		8600	460	
14	Extraction de vapeur	Vers utilisation Haute Pression	18.06	1415		
15	Sortie de la Turbine	Vers utilisation BP & Dégazeur		274		
16	Entrée utilisation Haute Pression (HP)			1415		
17	Entrée utilisation Basse Pression (BP)			240		
18	Entrée Pompe # 3		0.97			
19	Sortie Pompe # 3 vers utilisation HP			1415		
20	Entrée du Rebouilleur PTM		15.27			
21	Sortie du Rebouilleur PTM	Vapeur saturée		240		1

DONNÉES IMPORTANTES :

Toutes les pressions sont en valeur **manométrique**

Pression barométrique de référence = 101.3 kPa

Hauteur séparant le Dégazeur de la Pompe # 2 (point [6] à [7]) Z = 35 m

Rendement de la première section de la turbine (avant l'extraction # 1) = 79 %

Rendement de la deuxième section de la turbine (avant l'extraction # 2) = 83 %

Rendement de la Pompe # 1 = 88 %

Rendement de la Pompe # 2 = 85 %

Rendement de la Pompe # 3 = 85 %

Notes :

- Les propriétés thermodynamiques des points [5] et [15] sont les mêmes
- Les propriétés thermodynamiques des points [6] et [18] sont les mêmes
- Les propriétés thermodynamiques des points [8], [9] et [20] sont les mêmes
- Utiliser les **noms de variables** présentés **en gras** dans la partie 6 de ce document pour les paramètres globaux à calculer dans votre programme
- Pour être plus exact, utiliser $g = 9.807 \text{ m/s}^2$ (au lieu de 9.81) ou simplement **g#** dans EES

Figure : Cycle Rankine avec soutirage et irréversibilités

