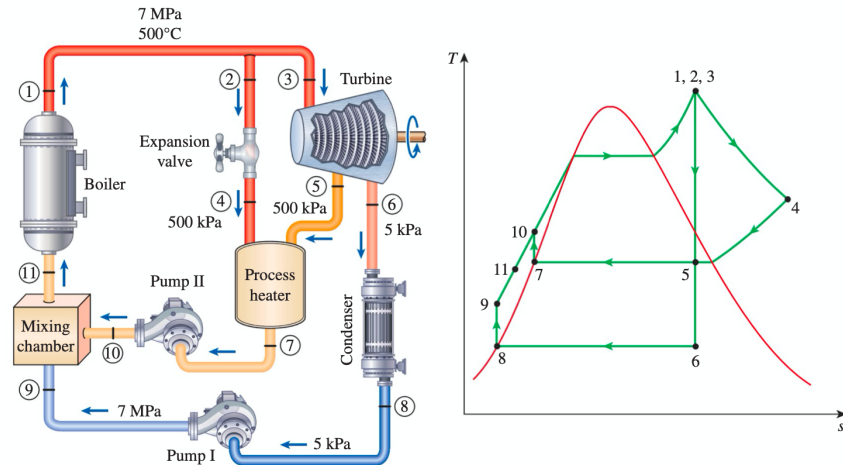


Cycle Rankine : travail en autonomie

Réchauffeur industriel

Prenons une centrale de cogénération dont le cycle est représenté sur la figure.



La vapeur entre dans la turbine à 7 MPa et 500°C. Une partie de la vapeur est extraite de la turbine à 500 kPa pour le chauffage du processus. La vapeur restante continue à se dilater jusqu'à 5 kPa. La vapeur est ensuite condensée à pression constante et pompée à la pression de la chaudière de 7 MPa. En cas de forte demande de chaleur industrielle, une partie de la vapeur sortant de la chaudière est réduite à 500 kPa via une valve d'expansion (principe d'une valve d'expansion : diminuer la pression tout en maintenant constante l'enthalpie) et est acheminée vers le réchauffeur industriel (process heater). Les fractions d'extraction sont ajustées de manière à ce que la vapeur quitte le réchauffeur sous forme de liquide saturé à 500 kPa. Elle est ensuite pompée à 7 MPa. Le débit massique de la vapeur à travers la chaudière est de 15 kg/s. En faisant abstraction de toute chute de pression et de toute perte de chaleur dans la tuyauterie et en supposant que les efficacités de la turbine et de la pompe sont respectivement 0.74 et 0.86 (Conserver 1 pour une résolution via des tables), déterminer

1/ Calculer le taux maximal

$$\dot{Q}_{ph,max}$$

auquel le process heater peut fournir de la chaleur (chaleur industrielle = chaleur extraite par processus industriel).

2/ la puissance produite et le taux d'utilisation lorsqu'aucune chaleur industrielle n'est fournie

3/ le taux de fourniture de chaleur industrielle lorsque 10 % de la vapeur sont extraits avant d'entrer dans la turbine et 70 % de la vapeur sont extraits de la turbine à 500 kPa pour le chauffage industriel.

Pistes de travail par question.

Note : dans le tableau 2 colonnes

- $X7=0$ (le fluide sort toujours du process heater à saturation liquide)
- Le process heater « extrait » de l'énergie au fluide, l'équation de conservation est donnée dans la fiche concernant le process heater.
-

1/ Définition de la chaleur extraite par le process heater pour la question 1 (voir fiche process heater pour expression générale):

$$\dot{Q}_{ph} = \dot{m}_4(h_7 - h_4)$$

La valeur maximum de chaleur industrielle est atteinte lorsque toute la vapeur sortant du bouilleur est envoyée directement au réchauffeur industriel et qu'aucune n'est envoyée à la turbine. Ici le taux d'utilisation est de 100% (car pas de perte de chaleur dans le circuit puisque pas de passage dans le condenseur). Le taux d'utilisation est défini par :

$$\epsilon_u = \frac{\dot{W}_{net} + \dot{Q}_{ph}}{\dot{Q}_{in}}$$

2/ Aucune chaleur industrielle n'est fournie lorsque 100% de la vapeur passe dans la turbine puis le condenseur (débit en m2 et m5 = 0) – uniquement de l'énergie électrique. Il s'agit là d'un circuit classique que vous connaissez. Calculer à nouveau le taux d'utilisation (qui sera égal à l'efficacité thermique du cycle donc puisque $Q_{ph}=0$)

3/ L'énoncé vous fournit la manière dont les débits sont divisés par rapport au débit m1 principal. Avec le tableau à 2 colonnes, résolvez toutes les enthalpies pour faire un bilan final. N'oubliez pas les bilans massique et énergétique au niveau du process heater et de la chambre de mélange.