

Dimensionnement d'un cycle combiné

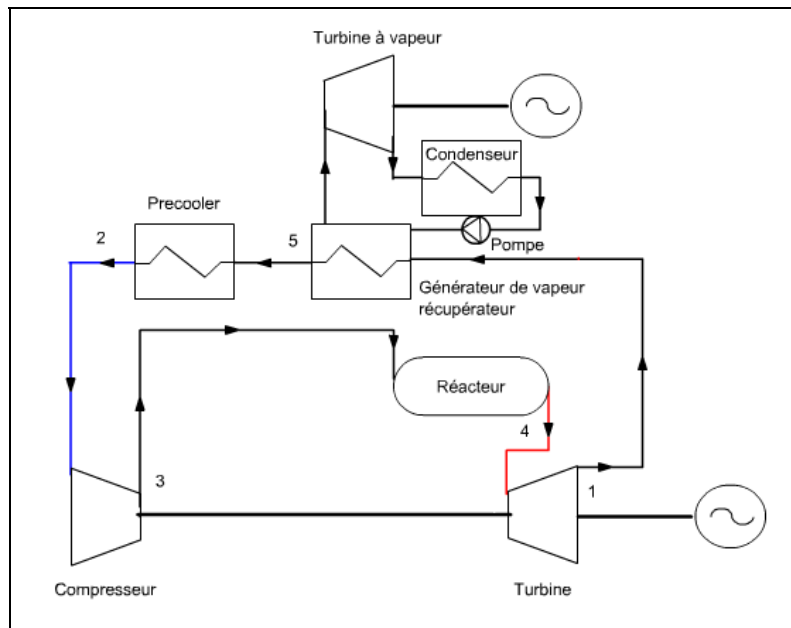
On considère un cycle combiné avec cycle vapeur à un seul niveau de pression fonctionnant selon le schéma de principe ci-dessous.

Un réacteur nucléaire à haute température est refroidi par un débit de 140 kg/s d'hélium, entrant à environ 200 °C et 70 bars et sortant à 900 °C et à la même pression.

Ce flux de gaz entre dans la turbine d'une turbine à gaz à cycle fermé et en sort à la pression de 26 bars, le rendement polytropique de détente étant égal à 0,9

L'hélium est ensuite refroidi dans le générateur de vapeur récupérateur (GVR), puis dans un précooler dont il sort à 27,9 °C, toujours à 26 bars.

Il est ensuite comprimé dans le compresseur jusqu'à la pression de 70 bars, avec un rendement polytropique égal à 0,9, puis il entre dans le réacteur



Le cycle vapeur fonctionne comme suit :

Un débit à déterminer d'eau à l'état liquide est aspiré à 0,03 bar par une pompe, et comprimé de manière isentropique jusqu'à 120 bars.

L'eau sous pression est ensuite chauffée à pression constante dans le GVR par échange avec l'hélium de la turbine à gaz. L'échauffement comporte les trois étapes classiques, les pertes de charge étant négligées :

- économiseur
- vaporiseur,
- surchauffeur d'où la vapeur sort à la température de 500 °C

Il s'effectue globalement à contre-courant, ce qui signifie que les gaz sortant de la turbine passent successivement dans le surchauffeur, le vaporiseur et l'économiseur.

La vapeur est ensuite détendue dans une turbine de rendement isentropique égal à 0,85, jusqu'à la pression de 0,03 bar.

Le mélange liquide-vapeur est enfin condensé jusqu'à l'état liquide dans un condenseur, échangeur entre le cycle et la source froide, par exemple l'eau d'un fleuve. Le cycle est ainsi refermé.

On demande de modéliser ce cycle dans Thermoptim et de déterminer la valeur minimale (à 0,1 kg/s près) x du débit d'eau du cycle vapeur pour que le cycle combiné puisse fonctionner (on considérera qu'un pincement minimum de 12 K est nécessaire au niveau de l'économiseur), ainsi que les efficacités et les Nombres d'Unités de Transfert des trois échangeurs du GVR. Quel est le rendement global du cycle combiné ?

En cas de difficulté pour modéliser le cycle à vapeur ou celui de la turbine à gaz, on pourra se reporter aux séances Diapason S21He pour la turbine à gaz et S26 pour le cycle à vapeur.