

Etude du cycle de l'eau dans une centrale thermique

PARTIE I : Cycle sans surchauffe

Dans une centrale thermique, le générateur de vapeur produit de la vapeur saturée qui traverse une turbine où elle se détend avant de se condenser, l'eau condensée retourne au générateur de vapeur à travers une pompe.

L'ensemble est schématisé *figure 1 page 2*.

Les différentes étapes du cycle de l'eau sont les suivantes :

1 => 2 Détente isentropique de l'eau de la pression $p_1 = 50$ bar à la pression $p_2 = 0,2$ bar ; l'eau passant de l'état 1 (vapeur saturante sèche) à l'état 2 (vapeur humide : température T_2 , titre de vapeur x).

2 => 3 Fin de condensation à la pression $p_2 = 0,2$ bar.

3 => 4 Compression isentropique de l'eau liquide de la pression $p_2 = 0,2$ bar à la pression $p_1 = 50$ bar.

4 => 5 => 1 Echauffement isobare de l'eau liquide de la température T_2 à la température T_1 , à la pression $p_1 = 50$ bar puis vaporisation à la température T_1 . Le point 5 étant l'état intermédiaire.

On donne :

- le diagramme de Mollier $h = f(s)$ pages 4 et 5 ;
- les enthalpies massiques de l'eau liquide dans les états **3** et **4** : $h_3 = h_4 = 250 \text{ kJ.kg}^{-1}$;
- dans tout le problème, le travail effectué par la pompe sera considéré comme négligeable.

- 1) Placer, en justifiant votre réponse, les points **1** et **2** dans le diagramme de Mollier donné **page 4 (document réponse donné en double exemplaire)** ; en déduire le titre x de la vapeur au point 2 et les enthalpies massiques de l'eau h_1 et h_2 relatives aux états **1** et **2**.
Calculer le travail massique w échangé lors de la détente **1 => 2**. (Justifier).
- 2) Exprimer puis calculer la quantité de chaleur massique q échangée par l'eau lors de l'échauffement isobare à la pression p_1 et de la vaporisation dans le générateur de vapeur (étape **4 => 5 => 1**)
- 3) Déterminer le rendement thermodynamique du cycle.
- 4) Le générateur de vapeur produisant la vapeur avec le débit $D_m = 400 \text{ t.h}^{-1}$ (tonnes par heure), calculer la puissance fournie à la turbine.

PARTIE II : Cycle avec surchauffes

Le schéma explicatif correspondant est représenté *figure 2 page 3*.

Afin d'éviter un début de condensation dans la turbine, on surchauffe la vapeur saturante en deux étapes :

- chauffage isobare à p_1 (**1 => 1'**) suivi d'une détente isentropique (**1' => 2'**) l'amenant à l'état de vapeur saturante sèche à la pression $p' = 5$ bar.
- chauffage isobare à p' (**2' => 1''**) suivi d'une détente isentropique (**1'' => 2''**) l'amenant à l'état de vapeur saturante sèche à la pression $p_2 = 0,2$ bar.

1) Placer, en justifiant votre réponse, les points **2'**, **1'**, **2''**, **1''** sur le diagramme (**le document-réponse est donné en double exemplaire**).

2)

2-1 Relever les valeurs de l'enthalpie massique aux quatre points **1'**, **2'**, **1''** et **2''**.

2-2 Calculer la nouvelle quantité de chaleur massique q' totale échangée au niveau du générateur de vapeur et des surchauffeurs.

2-3 Calculer le nouveau travail massique total w' échangé au niveau des deux turbines.

3) Déterminer le rendement thermodynamique η' du nouveau cycle et l'augmentation relative de la puissance de l'installation, le débit de vapeur restant inchangé.

FIGURE 1

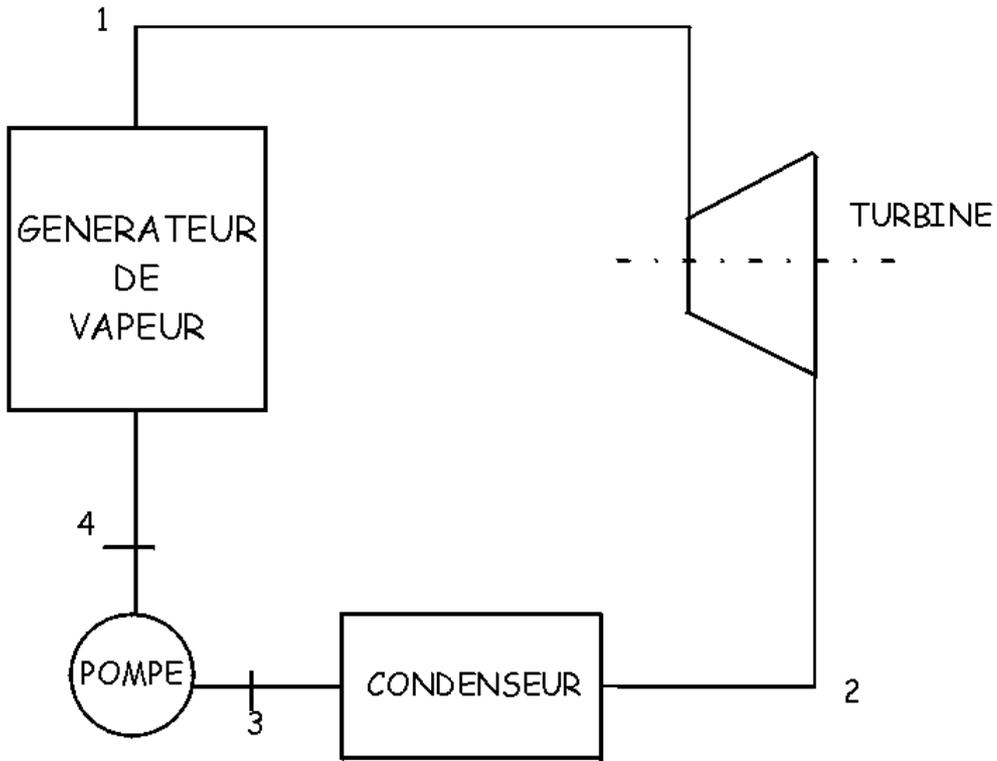


FIGURE 2

