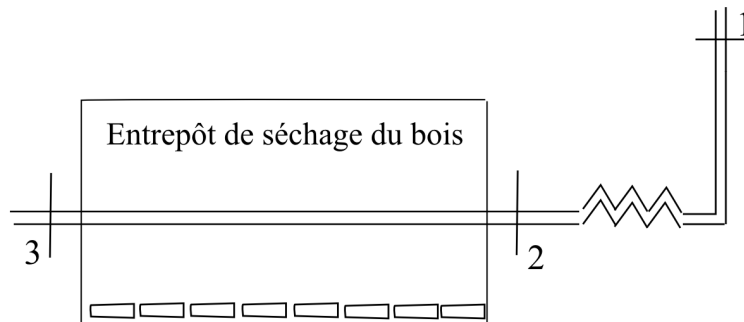


MECA 1855 Thermodynamique et Energétique

Séance 10 - L'air humide 2

Exercice 1

Dans une installation de séchage, on désire sécher 60 planches en chêne de 2 cm d'épaisseur dont chaque face à une aire de 4m^2 . Le bois humide contient au départ 0.2 kg d'eau par kg de bois sec et on désire que son humidité décroisse jusqu'à 0.04 kg d'eau par kg de bois sec. La masse volumique du bois sec est 750 kg/m^3 . L'opération de séchage dure 48 heures, on suppose que la perte horaire d'eau est constante et que le tunnel de séchage est parfaitement calorifugé. Le PCI du bois sec vaut environ 18 MJ/kg .



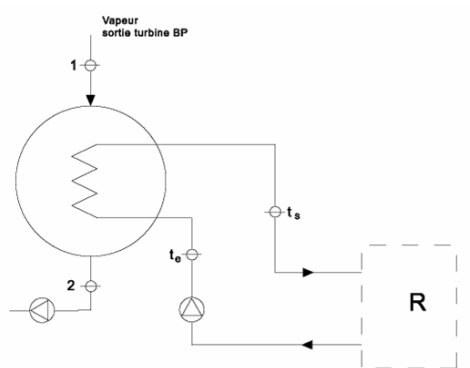
En 1, l'air est caractérisé par une température humide de 12°C et une température sèche de 18°C . En 2 l'air atteint une température de 70°C et en 3 l'humidité relative est de 0.2. En supposant les évolutions entre 1 et 3 isobares, on demande :

- les caractéristiques t, t_h, t_r, x, ϕ, h de l'air aux différents états.
- le débit d'air humide en 1.
- de représenter l'évolution de l'air sur un diagramme (h,x).
- de calculer l'énergie consommée pour cette opération et le rendement de séchage (rapport entre l'énergie consommée par l'opération et le potentiel énergétique du bois)

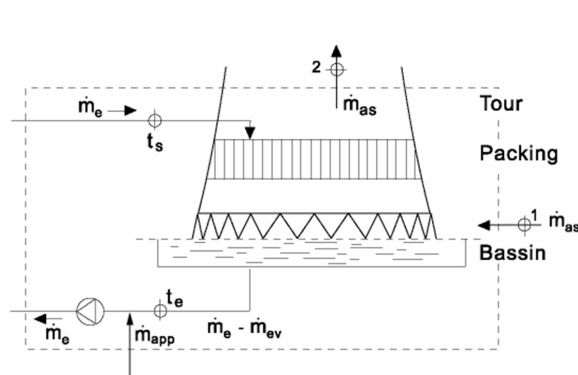
Exercice 2

Un réfrigérant atmosphérique à tirage naturel est utilisé pour refroidir l'eau provenant du circuit de refroidissement lié au condenseur d'un cycle à vapeur. L'eau sort du condenseur à une température de 42.8°C et doit être refroidie jusqu'à 30°C , son débit est de $8\text{ m}^3/\text{s}$. L'air ambiant présente une humidité relative $\phi = 0.8$, la température mesurée est de 15°C . Sachant que la température de l'air à la sortie du réfrigérant est de 25°C et que l'on souhaite qu'il n'y ait pas de panache de fumée, on demande de calculer :

- le débit d'air nécessaire au refroidissement de l'eau,
- la puissance cédée dans le réfrigérant,



3. le débit d'eau évaporée lors de son refroidissement.



Exercice 3 - Janvier 2008

Une petite tour de réfrigération traite 6 [l] d'eau par seconde. Cette eau entre dans la tour à $44 \text{ [}^\circ\text{C]}$. La tour est équipée d'un ventilateur qui gère le tirage. Celui-ci est de $9 \text{ [}\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\text{]}$ d'air à l'entrée. La puissance de ce ventilateur est dissipée dans le flux d'air sortant. L'air entrant dans la tour se trouve à $18 \text{ [}^\circ\text{C]}$ et sa humidité relative est de 50% . A la sortie, on considère que l'air est saturé et que sa température est de $26 \text{ [}^\circ\text{C]}$. On vous demande de calculer :

- La quantité d'eau qui s'évapore et qu'il faudra injecter dans le circuit de refroidissement (make-up water).
- La température de sortie de l'eau refroidie.

Exercice 4

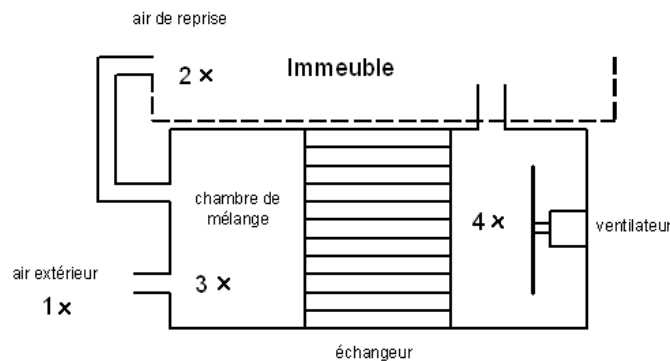
Dans une installation de conditionnement d'air schématisée ci-dessous, on fait subir à l'air les évolutions suivantes :

- à l'entrée du conditionneur, l'air de reprise (air de l'immeuble) d'état 2 caractérisé par $t_2 = 22^\circ\text{C}$ et $\phi_2 = 0.60$ se mélange avec de l'air extérieur d'état 1 caractérisé par $t_1 = 4^\circ\text{C}$ et $\phi_1 = 0.90$; il en résulte un état d'air 3;

- l'air d'état 3 est refroidi dans un échangeur de chaleur (batterie de refroidissement) jusqu'à un état 4 caractérisé par une température de 12°C .

Le débit volume d'air de reprise vaut $6 \text{ m}^3_{\text{airhumide}}/\text{s}$ tandis que le débit volume d'air extérieur s'élève à $4 \text{ m}^3_{\text{airhumide}}/\text{s}$. On néglige l'effet du ventilateur. On demande :

1. de déterminer les caractéristiques (t, x, ϕ, h) aux divers états ;
2. de positionner les points représentatifs des états dans le diagramme (h, x) ci-joint ;
3. de calculer la puissance calorifique cédée par l'air dans l'échangeur de chaleur.



Exercice 5

Un compresseur à deux étages alimentant en air comprimé une mine de 1000 m de profondeur est muni d'un réfrigérant intermédiaire R_1 et est suivi d'un second réfrigérant R_2 . Son rapport de compression est de 6. Avant d'entrer dans le compresseur, l'air est "lavé" de manière supposée adiabatique par de l'eau à la température de 18°C (état e).

L'air ambiant est à la température de 10°C , à la pression de 1 bar et à une humidité relative de 0.5. Le débit d'air à l'entrée du laveur est de $35000 \text{ m}^3_N/\text{h}$ et celui de l'eau de lavage est de $70 \text{ kg}/\text{h}$. Les réfrigérants R_1 et R_2 refroidissent l'air jusqu'à température de 25°C . On y néglige les pertes de charge. Les deux étages du compresseur sont caractérisés par un rendement polytropique interne de 0.75. Deux purges, situées à la sortie des réfrigérants $(3 - 3_0)$ ainsi que $(5 - 5_0)$ permettent d'extraire l'eau condensée. Compte tenu de l'action calorifique au travers des parois, des pertes de charge à la canalisation $5_0 - 6$ et de la gravité, l'air comprimé en 6 présente les caractéristiques suivantes : $p_6 = 6 \text{ bar}$ et $t_6 = 35^{\circ}\text{C}$.

On demande :

- de représenter ces états sur le diagramme (h, x) qualitatif ;
- de déterminer les caractéristiques p, t, x, ϕ , et h de l'air pour chaque état ;
- de calculer les débits d'eau extraits aux purges ;
- de calculer le travail moteur et la puissance à fournir au compresseur.

