

MEC6216 - Géothermie et applications
EXAMEN PÉRIODIQUE
Automne 2019

NOTES

- 1) Cet examen compte pour 20% de la note finale.
 - 2) La durée de l'examen est de 1h15 minutes (12h30 à 13h45).
 - 3) Toute documentation permise.
 - 4) Toutes les questions ont la même pondération.
-

Question 1 (4 points)

On désire installer une pompe à chaleur couplé à un échangeur géothermique vertical pour assurer le chauffage d'un bâtiment (il n'y a pas de climatisation). On envisage d'utiliser une des 2 pompes à chaleur suivante :

Modèle A : COP faible

Modèle B : COP élevé

Quel modèle devrait-on choisir pour minimiser la longueur requise de l'échangeur géothermique ? Justifiez.

Question 2 (4 points)

La figure suivante montre une pompe à chaleur géothermique eau-eau pouvant opérer selon trois modes. Cette pompe à chaleur assure le chauffage/climatisation d'une résidence par l'intermédiaire d'un plancher chauffant/rafraichissant (i.e. ce plancher peut être alimenté en eau chaude (chauffage) ou en eau froide (climatisation)). Les trois modes d'opération sont :

- 1) Production d'eau chaude pour alimenter un plancher chauffant/rafraichissant
- 2) Production d'eau chaude sanitaire seulement
- 3) Production simultanée d'eau froide pour alimenter un plancher (chauffant/rafraichissant) et produire de l'eau chaude sanitaire.

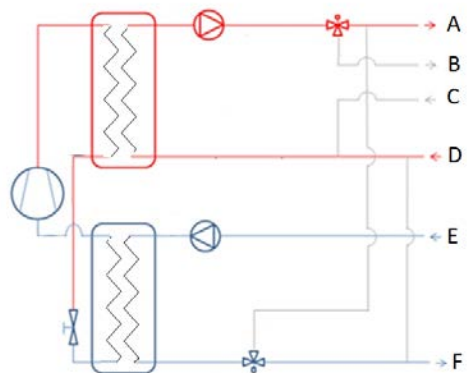


Figure 2-1 Pompe à chaleur eau-eau

Tel que montré sur la figure cette installation nécessite trois entrées/sorties hydroniques numérotés A à F ainsi que 2 vannes trois voies. On vous demande d'identifier ces 6 circuits au moyen de la nomenclature suivante :

- 1- Alimentation au puits géothermique
- 2- Retour du puits géothermique
- 3- Alimentation du ballon d'eau chaude sanitaire
- 4- Retour du ballon d'eau chaude sanitaire
- 5- Alimentation du plancher chauffant/rafraichissant
- 6- Retour du plancher chauffant/rafraichissant

Question 3 (4 points)

La variation annuelle de la température du sol en fonction de la profondeur obéit à l'équation suivante :

$$T(x, t) = T_m - T_o e^{-x \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}}} \cos \left[\omega t - x \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}} \right]$$

où t est le temps (en jours), $T_m = 5.0 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_o = 13.5 \text{ }^\circ\text{C}$, et $\alpha = 0.1 \text{ m}^2/\text{jour}$. Déterminer la profondeur x à partir de laquelle la température est au-dessus de $0 \text{ }^\circ\text{C}$ durant toute l'année.

Question 4 (4 points)

La figure 4-1 montre l'évolution des besoins en chauffage d'un bâtiment et la capacité de la pompe à chaleur géothermique en fonction de la température extérieure. La pompe à chaleur est munie d'un appoint électrique utilisé lorsque la capacité de la pompe à chaleur est insuffisante. Une étude réalisée sur ce même bâtiment a montré que l'évolution du « energy coverage » en fonction du « effect coverage est donné par la courbe montrée à la figure 4-2.

Sachant que les besoins de pointe sont évalués lorsque la température extérieure est de $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ et que l'énergie requise pour chauffer cette maison sur une saison de chauffage est de $10\,000 \text{ kWh}$, calculer la consommation énergétique annuelle de l'appoint électrique (en kWh).

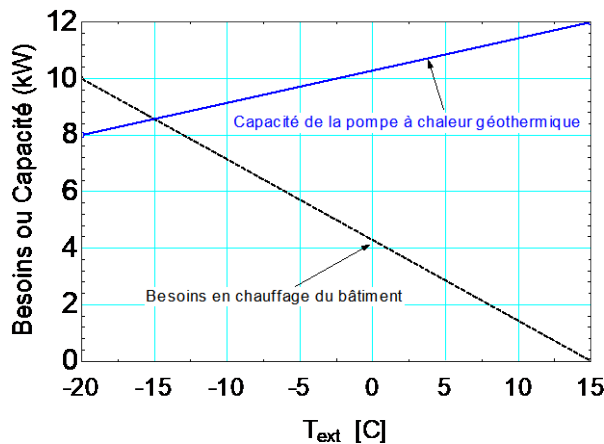


Figure 4-1

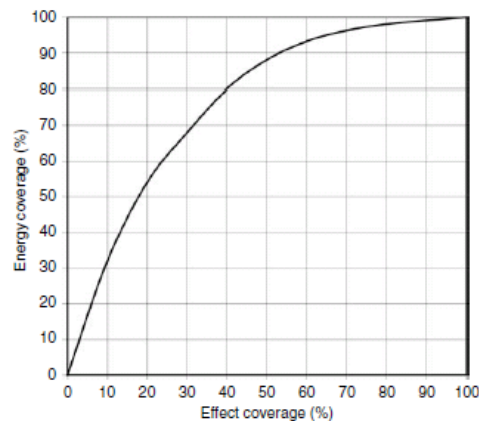


Figure 4-2

Question 5 (4 points)

L'appareil montré à la Figure 5-1 permet de produire de l'électricité à partir d'une source d'eau chaude géothermique. L'appareil fonctionne selon un cycle binaire et utilise le R245fa comme fluide secondaire. Une portion du diagramme T-s du R245fa est tracé à la Figure 5-2.

Le fluide secondaire entre dans la turbine sous forme de vapeur saturée à 117°C et la pression de condensation est de 96.6 kPa . Sachant que le rendement isentropique de la turbine est de 90% , calculer le travail fourni par la turbine (en kJ/kg).

Note : il n'est pas nécessaire de remettre le diagramme T-s

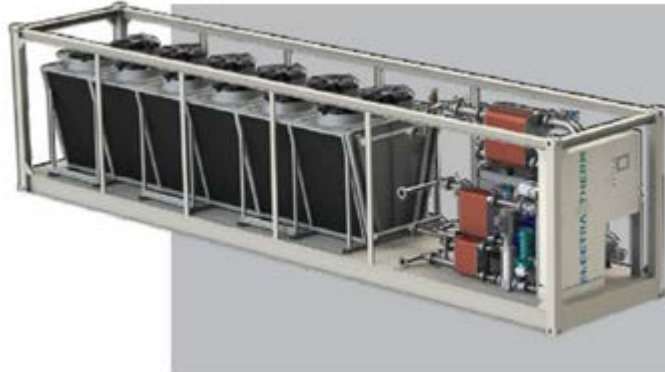


Figure 5-1

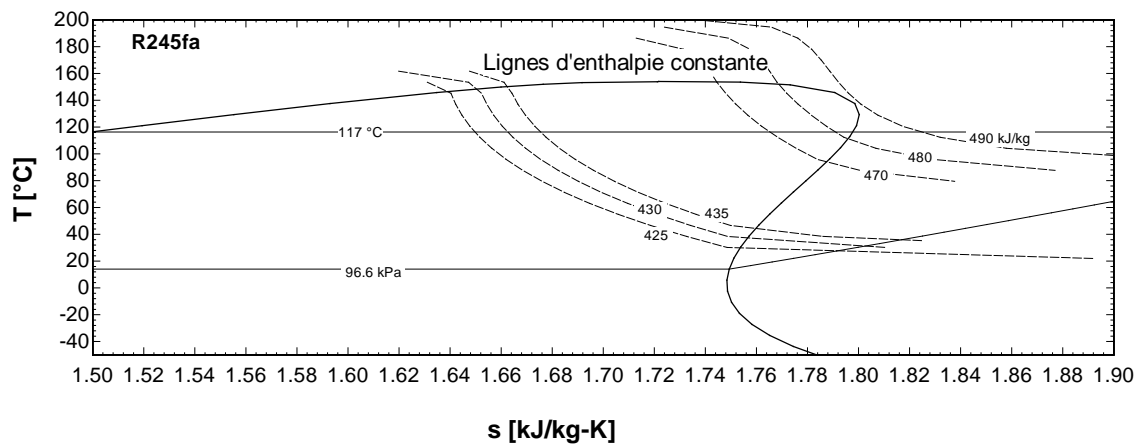


Figure 5-2 Portion du diagramme T-s du R245fa