

DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

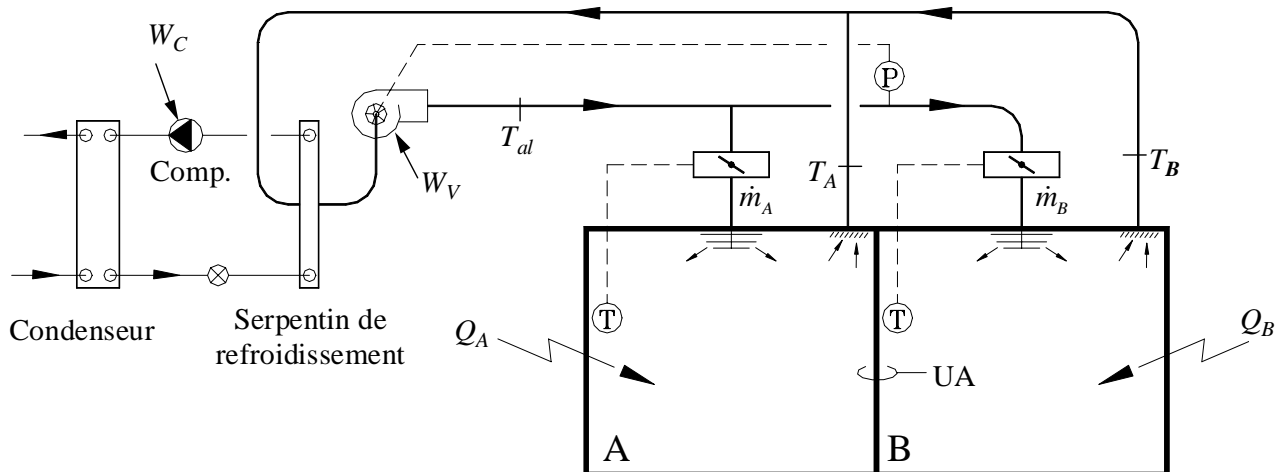
ÉLÉMENTS DE MÉCANIQUE DU BÂTIMENT - MEC4240 EXAMEN PÉRIODIQUE

NOTES :

- (1) Cet examen compte pour 35% de la note globale
- (2) Toute documentation permise ; Calculatrices non-programmables seulement
- (3) Durée : 13h45 À 15h35
- (4) Lisez attentivement les questions
- (5) Soyez brefs et précis dans vos explications

QUESTION 1 (5 points) :

La figure suivante montre un système de climatisation à **volume variable** et à 100% de recirculation alimentant deux pièces. Il n'y a pas de gains de chaleur interne. Les gains de chaleur maximums par les murs externes sont de $Q_A = 10$ kW et $Q_B = 6$ kW. La température de l'air dans chacune de ces pièces est contrôlée (gardée constante) à l'aide d'un thermostat et d'une boîte à volume variable qui, selon la demande, varie le débit d'alimentation. Par contre, les températures de consigne dans les deux pièces ne sont pas les mêmes. Il y a une partition ($UA = 500$ W/K) interne entre les deux pièces. Les



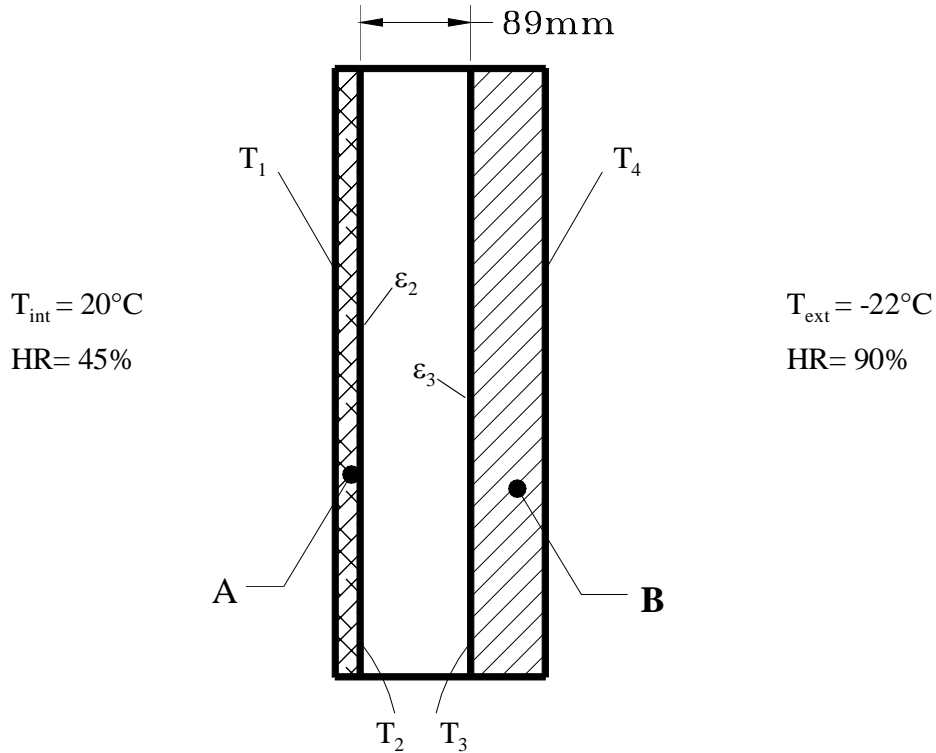
débits d'air d'alimentation maximums dans chacune de ces pièces sont de $\dot{m}_A = 1.2$ kg/s et $\dot{m}_B = 0.4$ kg/s. Pour les conditions maximales de débit, la puissance input au ventilateur est de $W_V = 4$ kW. La température de l'air d'alimentation (T_{al} sur la figure), est contrôlée par le système de réfrigération et elle est fixée à $T_{al} = 14^\circ\text{C}$. À charge partielle, les gains de chaleur par les murs externes sont de $Q_A = 7$ kW et $Q_B = 3$ kW.

- a) Calculer la température de l'air dans chacune de ces pièces. **(2.5 points)**
- b) Calculer le total de l'énergie payée pour ce système aux conditions de charge partielle, $W_V + W_C = ?$ **(2.5 points)**

Notes: 1- La puissance requise au ventilateur varie en fonction du cube du débit et elle contribue à augmenter la température de l'air d'alimentation.
2- Le système de réfrigération qui alimente le serpentin du refroidissement a un coefficient de performance (COP) de 3.
3- $C_{p\text{-air}} = 1.0$ kJ/kg-K.

QUESTION 2 (4.5 points) :

La figure suivante montre un mur composé d'un matériau A, d'une lame d'air de 89mm et d'un matériau B. Les conditions de design intérieure extérieure sont données sur la figure. En régime permanent les températures des surfaces de la lame d'air ont été mesurées: $T_2 = 13^\circ\text{C}$ et $T_3 = 7^\circ\text{C}$. Les émissivités des surfaces de la lame d'air sont $\varepsilon_2 = 0.81$ et $\varepsilon_3 = 0.21$.

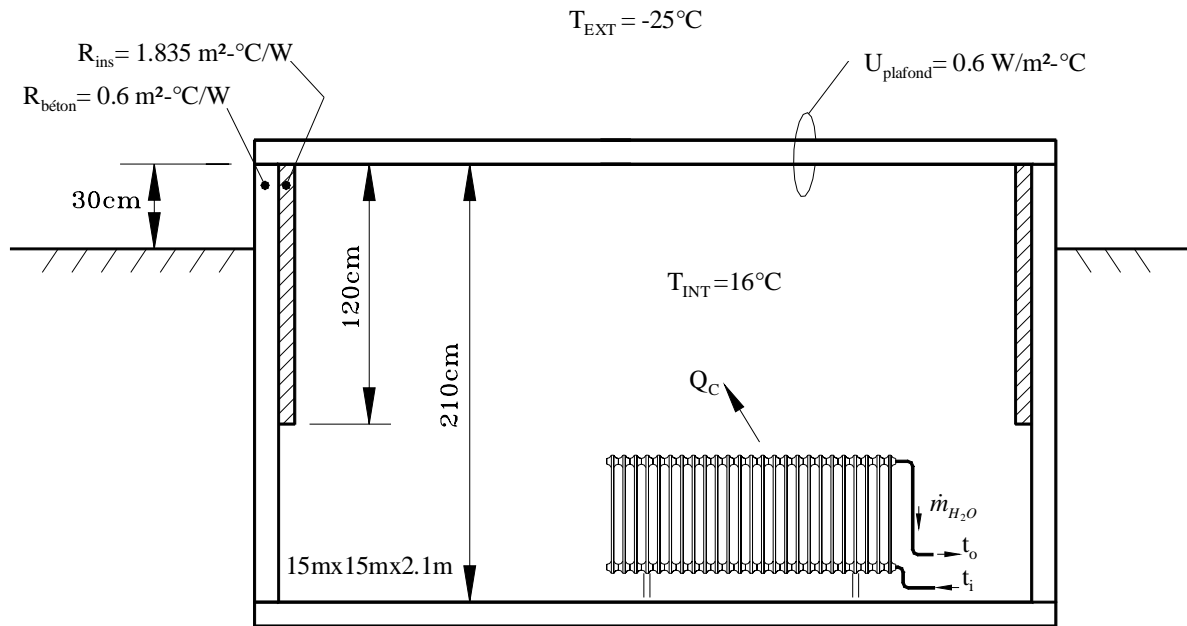


- Déterminer la résistance thermique de la lame d'air (R_{lame}), la résistance thermique totale du mur (R_{tot}) et les températures T_1 et T_4 . **(2.0 points)**
- La perméance du matériau A est de $M_A = 8500$ (ng/s)/m²-Pa et celle du matériau B est de $M_B = 340$ (ng/s)/m²-Pa. La résistance à la transmission de la vapeur d'eau de la lame d'air est $RTV_{\text{lame}} = 0.0$ m²-Pa/(ng/s). En supposant que $T_1 = 18^\circ\text{C}$ et $T_4 = -21^\circ\text{C}$ vérifier s'il y a condensation dans le mur. **(2.5 points)**

Note: Utiliser les tableaux de la page 62 de vos notes de cours pour déterminer la résistance thermique de la lame d'air.

QUESTION 3 (5 points) :

La figure suivante montre un sous-sol (15m×15m ×2.1m) partiellement enterré et situé à Montréal. La température intérieure, T_{INT} , doit être maintenue à 16°C. On utilise un radiateur qui utilise de l'eau chaude à $t_i = 85^\circ\text{C}$ pour générer de la chaleur, Q_C , et ainsi combler les pertes par l'enveloppe de la pièce. Les pertes de chaleur au travers du plancher sont négligeables. Il n'y a pas des gains solaires ni de gains de chaleur internes. Le plafond a un coefficient de transfert de chaleur total de $U_{plafond} = 0.6 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$. Les murs de la pièce sont partiellement isolés. Les résistances thermiques de l'isolant et du béton sont données sur la figure.



- Calculer Q_C , la quantité d'énergie requise pour combler les pertes par l'enveloppe de la pièce. Note: utiliser la méthode approximative de ASHRAE pour estimer les pertes au travers des murs sous-terre. **(2 points)**
- Si, pour les conditions de design mentionnées, la chute de température du côté de l'eau dans le radiateur est de $(t_i - t_o) = 10^\circ\text{C}$, estimer \dot{m}_{H_2O} le débit d'eau chaude circulant dans le radiateur en L/min. ($\rho_{H_2O} = 980 \text{ kg/m}^3$; $C_{p-H_2O} = 4.18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$). **(1 point)**
- Une panne dans le système de pompage d'eau chaude alimentant le radiateur a fait arrêter la génération de la chaleur pour une période de 6 heures. Si la masse thermique totale de cette pièce est de 0.153MJ/K par m^2 de plancher, calculer la température de la pièce à la fin de la période de 6 heures. **(2 points)**

QUESTION 4 (5.5 points) :

La figure suivante (Figure 4.1) montre deux tours résidentielles de 40 étages situés à Ottawa (45°19'N). Les deux tours sont identiques et elles mesurent 30 m × 30 m × 120 m. Tel que montré sur cette figure, la distance entre les deux tours est de 40 m et la tour **B** est décalée de 15m en arrière (vers nord-est, NE) par rapport à la tour **A**. Durant quelques heures dans la matinée, la surface de la façade sud-est (SE) de la tour **A** sera partiellement ombragée à cause de la présence de la tour **B** (voir la Figure 4.1).

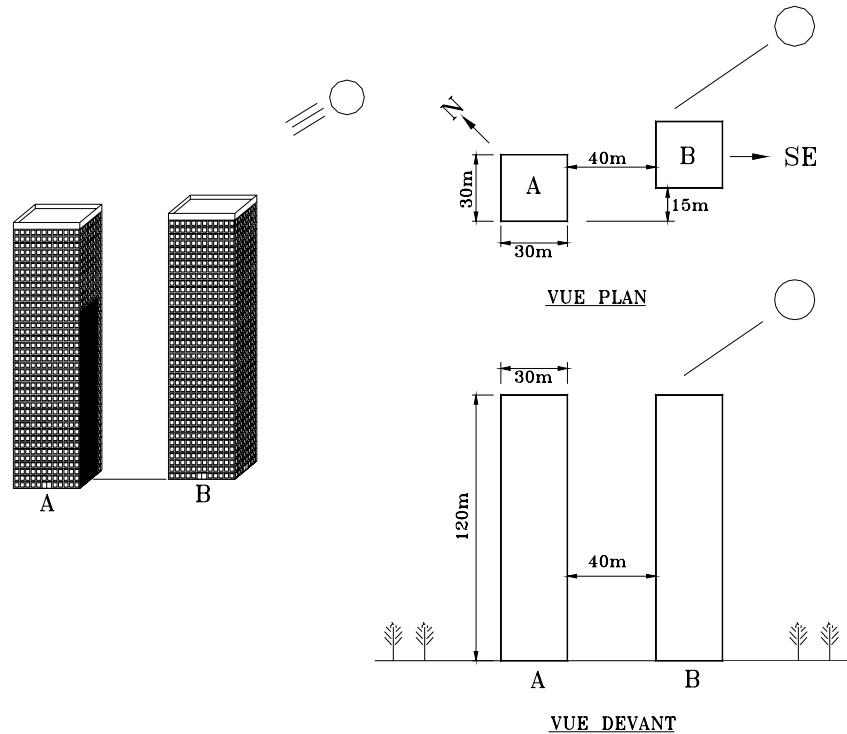


Figure 4.1

- Pour le 21 juin ($n = 172$), on vous demande de calculer la période de temps (temps solaire) pendant laquelle la façade SE de la tour **A** sera ombragée par la tour **B**. Note : Pour Ottawa, au 21 juin, la variation d'azimut du soleil, γ_s , en fonction du temps solaire est présentée à la Figure 4.2 (voire la page suivante). **(1.5 points)**
- On vous demande de calculer le pourcentage de la surface de la façade SE de la tour **A** qui sera ombragée (voir la figure 4.1) le 21 juin à 08h30 du matin (temps solaire). **(2 points)**
- Les données météorologiques recueillies à Ottawa entre 08h00 et 09h00 (temps solaire) pour le 21 juin indiquent les valeurs moyennes suivantes (albédo = 0.25) :
Rayonnement global horizontal, $G_{th}=1946$ kJ/m²; Rayonnement diffus horizontal, $G_{dH}=1315$ kJ/m²; Rayonnement direct normal, $C_N G_{ND}=1069$ kJ/m².
Calculer les rayonnements totaux incidents (en kW) sur toute la surface de la façade SE de la tour **A** pour le 21 juin à 08h30 du matin (temps solaire). **(2 points)**

Note: Pour une surface verticale orientée vers le SE : $\cos \theta = \cos \alpha \cos(\gamma_s + 45)$

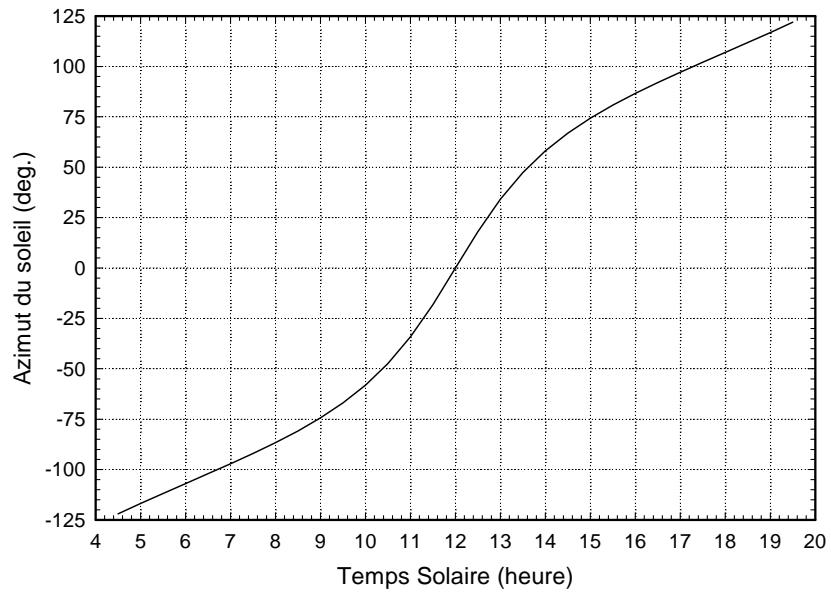


Figure 4.2

Bonne Chance.