le cnam

Examen de ENF110 – mardi 26 juin 2012

Durée : 3 h - Tous documents papier autorisés (pas de support informatique)

Barème : Partie I & II : 10 pts – Partie III & IV : 10 pts

Avertissement : Les problèmes sont totalement indépendants.

Vous pouvez gérer l'ensemble des problèmes à votre convenance en tenant compte du barème qui vous est fourni.

Partie I : Panneaux solaires

Les questions 1 et 2 sont totalement indépendantes.

1/ Calculer les éclairements direct (B_p), diffus (D_p) et réfléchi (G_p) reçus par un panneau solaire à 12h (temps universel) pour la ville de Kiev à la date du 1er juillet. Le panneau est exposé Sud et incliné de 50°. L'Ukraine se situe à GMT + 3 h (c.a.d : quand il est 8h en Ukraine il est 5h au temps universel TU)

Données :

Latitude : 50°27'13'' Nord (soit 50,45° N)
Longitude : 30°30'59 Est (soit 30,52° E)
Altitude : 179 m

Pour le facteur de trouble de Linke, on utilisera les paramètres donnés pour les grandes agglomérations. Pour l'albédo, on prendra la valeur 0,2.

2/ Pour le panneau suivant calculer la valeur du rendement à 15h (heure locale) pour des températures d'eau en entrée de 110°C et 120°C en sortie (soit T_m = 115°C). Les relevés d'ensoleillement et de température ambiante sont donnés en figures 1 & 2 respectivement.

Capteur à tubes : $\eta_0 = 0{,}769$; $a_1 = 2{,}52$; $a_2 = 0{,}0106$

2/ Dans les mêmes conditions, faire le même calcul à 7h du matin. Commenter le résultat.

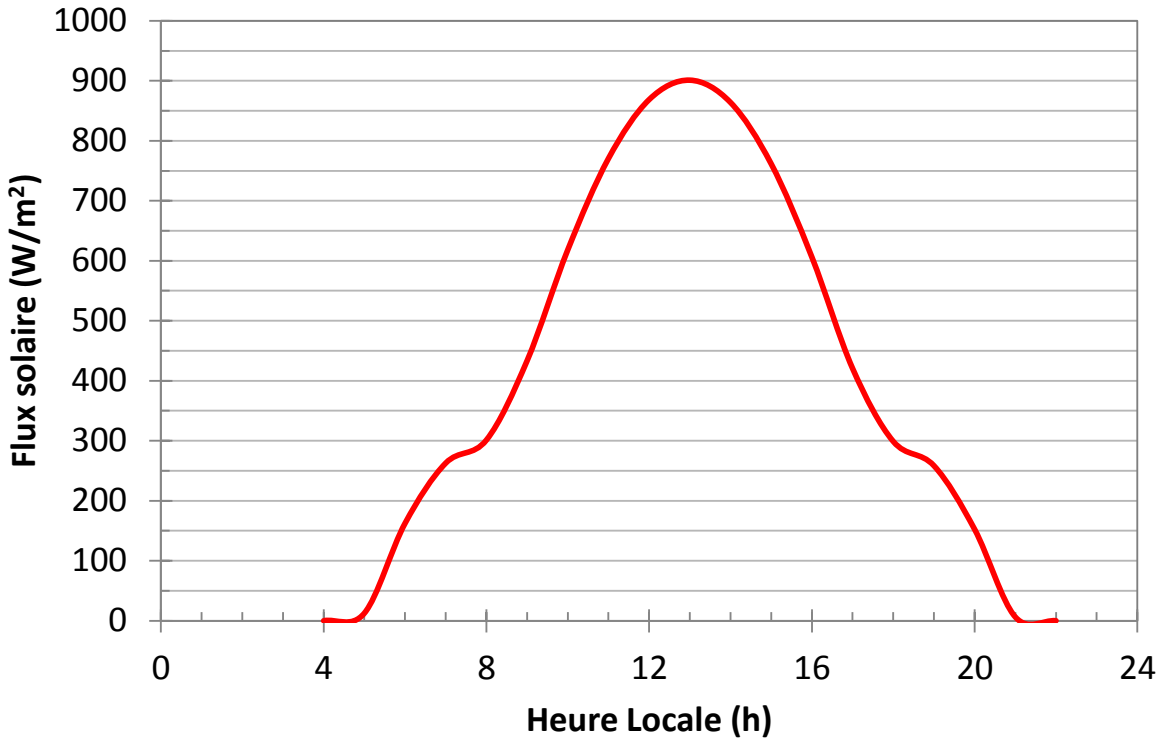


Figure 1 : Evolution du flux total en fonction de l'heure (heure locale)

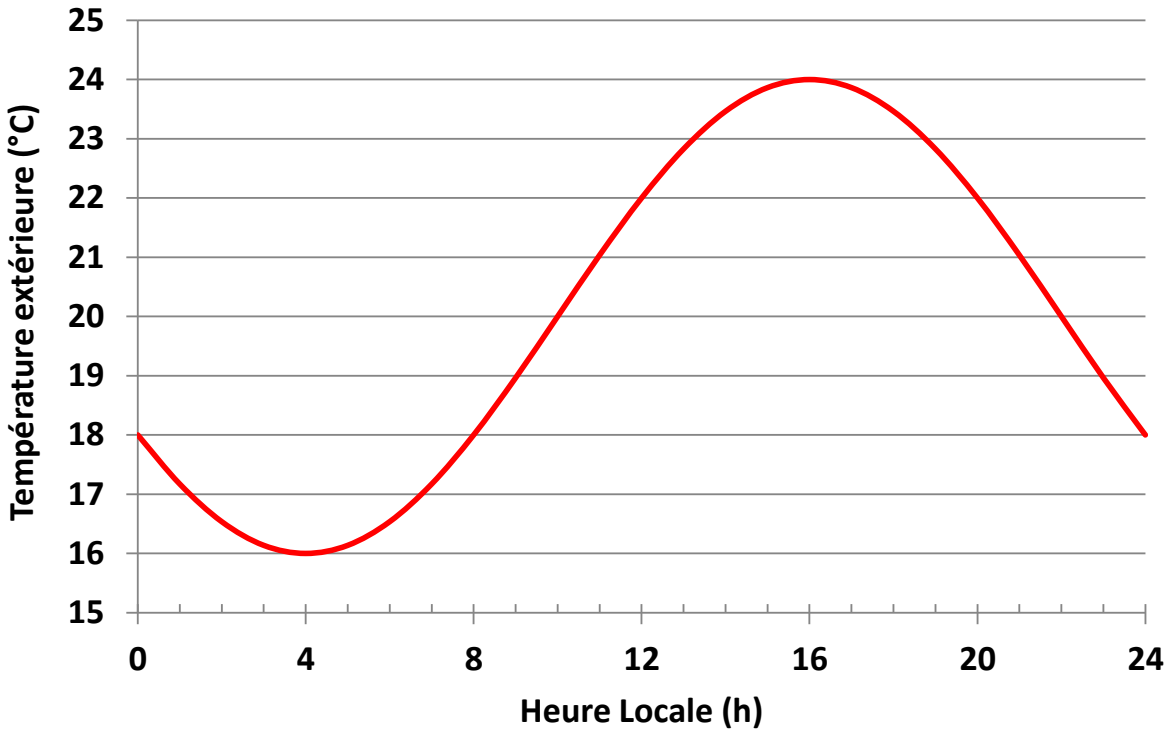


Figure 2 : Evolution de la température ambiante en fonction de l'heure (heure locale)

Partie II : Climatisation solaire

Un BE étudie la faisabilité de rafraîchir, en été à Kiev, par énergie solaire les loges d'un stade de football. On étudie la possibilité d'utiliser un système à adsorption à simple effet (un seul adsorbeur). On considère le couple Charbon actif-méthanol dont le réseau d'isostères est donné sur la figure. L'échangeur dans l'adsorbeur est en acier inoxydable, sa masse est 2,5 fois celle du charbon actif et on suppose que la température est uniforme dans l'adsorbeur. On néglige toutes les résistances aux transferts de masse et de chaleur. On suppose que le c_p de la phase adsorbée est le c_p du liquide. Le couplage aux capteurs solaires n'est pas étudié ici.

Les conditions de fonctionnement sont les suivantes :

- Température d'évaporation : 12°C
- Température de fin de refroidissement de l'adsorbeur et de condensation : 35°C
- Température de régénération de l'adsorbant : 115°C

1. Tracer le cycle sur le diagramme et commenter brièvement les différentes étapes **(remettre le réseau d'isostères rempli avec votre copie)**. En déduire la masse cyclée de méthanol par kg de charbon actif au cours d'un cycle.

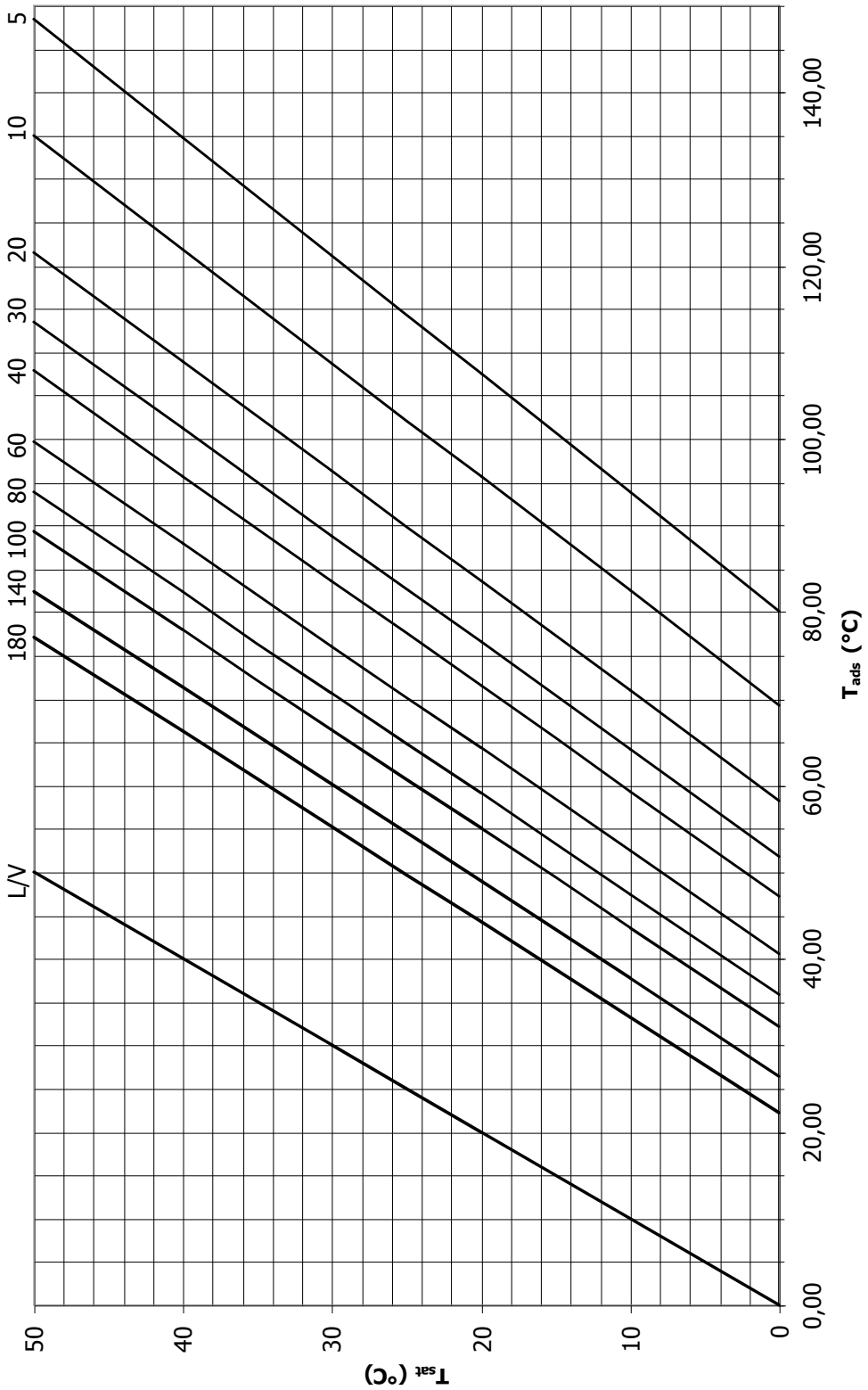
2. Si on considère que la puissance frigorifique doit être de 10 kW et qu'un cycle complet du système dure 600 secondes, quelle masse de charbon actif doit contenir l'adsorbeur.

3. Calculer la chaleur de régénération du charbon actif par cycle. En déduire le COP du cycle.

Données :

Chaleur de désorption : ΔH= 1900kJ/kg
Chaleur latente d'évaporation du méthanol : L=1200 kJ/kg
Charbon actif anhydre : Cp= 920J/kg.K
Méthanol liquide et méthanol adsorbé : Cp= 2500J/kg.K
Acier inoxydable : Cp= 510J/kg.K

N° de copie :



Réseau d'isostères Charbon Actif-Méthanol : les valeurs sur les isostères sont en g de méthanol par kg de charbon actif

Partie III : Pompe à chaleur

Un BE souhaite chauffer une plateforme avec une pompe à chaleur Air/Eau. Pour les émetteurs, on étudiera deux possibilités : le plancher chauffant et les radiateurs.

Données bilan thermique:

Température de base = -5°C
Température intérieure à maintenir = 19°C
Déperditions par murs et plafond pour T base = 24640 W

Données des radiateurs :

40 radiateurs identiques
Loi d'émission : $\dot{Q} = A.\Delta T^n$ avec : A = 5,89 et n=1,3
Chute de température de l'eau dans radiateurs = 10 K

Données du plancher chauffant :

Surface émettrice = 400 m^2
Loi d'émission : $\dot{Q} = B.\Pi(a_i{}^{m_i}).\Delta T$ avec : B = 6,7 et $\Pi(a_i{}^{m_i})$ =0,689
Résistance thermique supérieure du plancher : R_o = 0,15 m^2K/W
Résistance thermique inférieure du plancher : R_u = 5 m^2K/W
Température du local situé en dessous du plancher = +5°C
Chute de température de l'eau dans plancher = 5 K

1. Pour chacune des deux solutions :
   (i) déterminer à 1K près la consigne de température de départ à appliquer à la pompe à chaleur
   (ii) déterminer la puissance à délivrer par le système de production de chaleur

2. Pour la solution radiateurs uniquement, lorsque la température extérieure est de 10°C (qui correspond à la température d'enclenchement du système de chauffage), le bilan thermique indique des déperditions aux parois de 9380 W. En considérant les débits d'eau inchangés par rapport à la question 1, déterminer à 1K près la consigne de température de départ à appliquer à la pompe à chaleur.

Partie IV : Question de cours

En 40 lignes maximum, faire la synthèse d'un point marquant d'une des deux interventions suivantes :

1. Géothermie (BRGM – M Maragna)

2. Installateur (Climb – M Gely)