

MEC4240

Sigle du cours

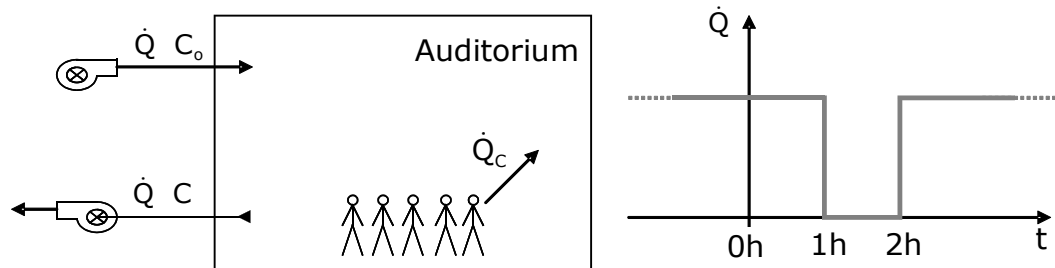
Nom : _____	Prénom : _____
Signature : _____	Matricule : _____

Sigle et titre du cours	Groupe	Trimestre
MEC4240 – ELEMENTS DE MECANIQUE DU BATIMENT	01	A-2005
Professeur(s) Michaël Kummert, # 3367	Local	C-318.18
Jour Samedi	Date 10 déc. 05	Durée 2 h 30
	De 13 h 30	à 16 h 00
Documentation <input checked="" type="checkbox"/> Toute <input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Voir directives particulières	Calculatrice <input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Programmable <input checked="" type="checkbox"/> Non programmable	
Directives particulières		
Le questionnaire contient deux abaques psychrométriques pour la question 3.		
<u>Vous devez remettre le premier abaque (page 5) avec votre cahier d'examen</u>		

Important	Ce questionnaire comporte <input type="text" value="4"/> question(s) sur <input type="text" value="6"/> Page(s)
	La pondération de cet examen est de <input type="text" value="45"/> %
	Vous devez répondre sur <input type="checkbox"/> le questionnaire <input checked="" type="checkbox"/> le cahier <input type="checkbox"/> les deux
	Vous devez remettre le questionnaire <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> Non (<u>sauf abaque p.5</u>)

Question 1 (5 points)

On considère une salle de spectacle (*auditorium*) de 300 m^2 de surface au sol avec une hauteur de 6 m . Le système de ventilation (à volume constant, 100% d'air neuf) est dimensionné selon la norme ASHRAE 62/1989.



On étudie l'évolution de la concentration en CO_2 lors d'une représentation pendant laquelle la salle est occupée par le nombre maximum de spectateurs (d'après la norme ASHRAE 62). Au début du spectacle (0 h), tous les spectateurs entrent en même temps dans la salle (la concentration en CO_2 à ce moment est égale à la concentration extérieure, soit 380 ppm). Pendant la première heure de la représentation, le système de ventilation fonctionne normalement (\dot{Q} = valeur nominale recommandée par la norme ASHRAE 62). Après une heure de spectacle, la ventilation est arrêtée pour permettre des effets spéciaux impliquant l'utilisation de fumigènes dans la salle. Cette situation perdure pendant toute la deuxième heure du spectacle. Après les 2 heures de représentation, tous les occupants quittent la salle et que la ventilation est remise en marche avec un débit nominal.

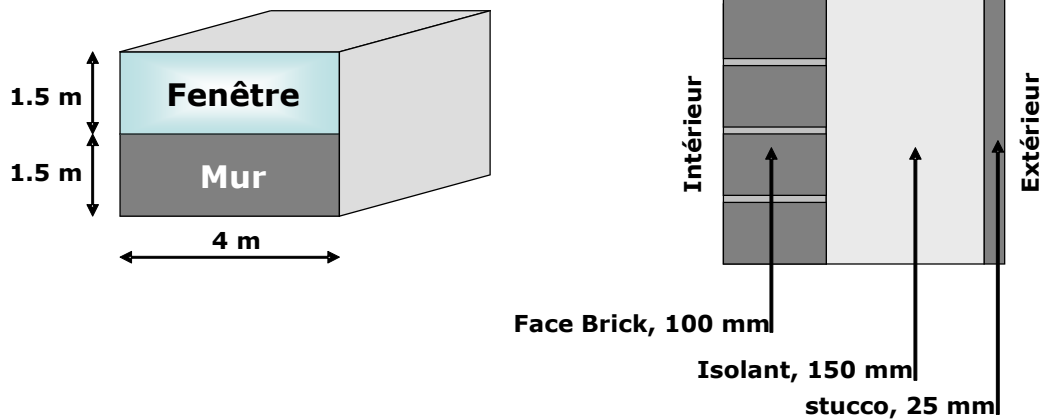
- Représenter qualitativement l'évolution dans le temps de la concentration en CO_2 dans la salle de spectacle pendant les trois phases (première moitié de la représentation avec ventilation, seconde moitié de la représentation sans ventilation et période après la représentation).
- Quelle sera la concentration en CO_2 (en mg/m^3) dans la salle à la fin de la deuxième heure de la représentation ?
- Quelle valeur la concentration de CO_2 atteindra-t-elle après un temps infini si la salle reste vide et la ventilation continue à fonctionner ? Quelle sera la constante de temps (en h) de son évolution ?

Notes :

- La masse molaire du CO_2 est de $44 \text{ g}/\text{mol}$.
- Les seuls apports de CO_2 considérés sont ceux des spectateurs (lorsqu'ils sont présents) et de l'air extérieur.

Question 2 (5 points)

La façade Sud d'un bureau consiste en un simple mur de brique (*Face Brick*, 100 mm) qui a été rénové en ajoutant à l'extérieur une couche d'isolant de 150 mm et un parement en Stucco (de couleur foncée) de 25 mm. La moitié de la façade est vitrée (double vitrage de type "Bronze-LE" rempli à l'argon).



On suppose que bureau est à l'équilibre avec une température intérieure de 26 °C, une température extérieure de 26°C et un ensoleillement nul depuis un temps infiniment long. Tous les flux de chaleur sont nuls à travers le mur et le vitrage.

Au temps 0^+ (i.e. au début de l'heure "1"), l'ensoleillement passe à une valeur non-nulle et conserve cette valeur pendant un temps indéterminé. Les températures intérieures et extérieures sont inchangées (26 °C). Les valeurs d'ensoleillement sur la façade sont :

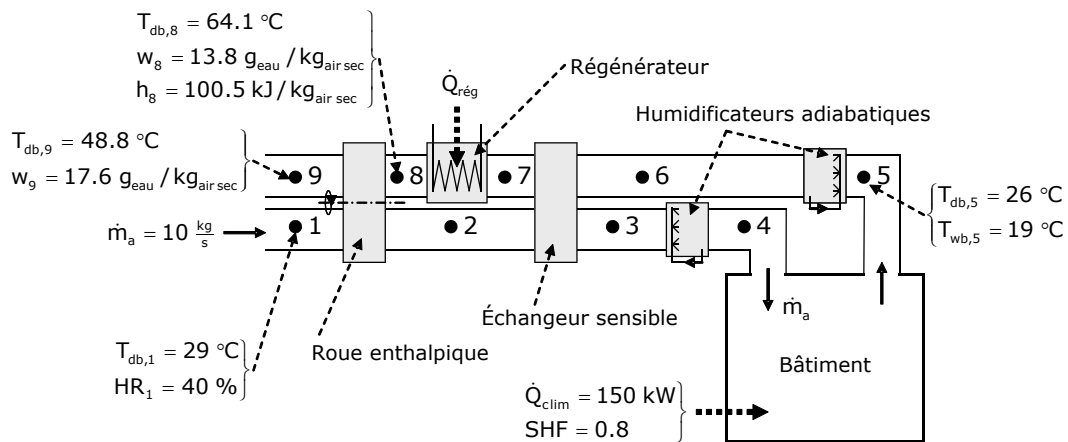
- Rayonnement Direct = 140 W/m²
- Rayonnement Diffus = 140 W/m²
- Rayonnement Réfléchi par le sol = 70 W/m²
- Angle d'incidence sur la façade Sud = 70 °

- Donner les coefficients b_n , d_n et Σc_n de la fonction de transfert de conduction (CTF) du mur.
- Calculer les gains instantanés à travers le mur (en W) à l'heure 1.
- Calculer les gains solaires (en W) à travers le vitrage pour l'heure 1. On négligera la présence du cadre de fenêtre (i.e. superficie nette de vitrage = 6 m²).

Question 3 (5 points)

La figure ci-dessous représente un système de refroidissement par dessiccation desservant un bâtiment. Le système de ventilation est à volume constant et 100 % d'air neuf.

Le principe du système est d'assécher l'air extérieur dans une roue d'échange enthalpique utilisant par exemple du silica-gel (1→2 sur la Figure) afin de pouvoir ensuite le refroidir par évaporation adiabatique (3→4) sans nuire au confort des occupants par une humidité trop élevée. L'agent dessiccant de la roue est régénéré (asséché) par l'air de reprise (8→9), qui a été au préalable chauffé dans le régénérateur (7→8) pour diminuer son humidité relative. L'air d'alimentation est chauffé et humidifié par la charge de climatisation du bâtiment (4→5). Le système comporte en outre un deuxième humidificateur adiabatique sur l'air de reprise (5→6) qui refroidit l'air de reprise avant qu'il ne passe dans un échangeur de chaleur sensible où il refroidit l'air neuf asséché (reprise 6→7, air neuf 2→3).



Le bâtiment considéré a une charge de climatisation de 150 kW et une Fraction de Chaleur Sensible (SHF) égale à 0.8. Les conditions en différents points du systèmes sont connues (voir Figure). Le débit d'air sec (\dot{m}_a) est égal à 10 kg/s.

- Quelle est la puissance de chauffage nécessaire au régénérateur (\dot{Q}_{reg}), en kW ?
- Quel est l'état (Température sèche $T_{db,4}$ et humidité absolue w_4) de l'air d'alimentation à son entrée dans le bâtiment ?
- Quel est l'état (Température sèche $T_{db,7}$ et humidité absolue w_7) de l'air à l'entrée du régénérateur ?
- Représenter le trajet de l'air sur l'abaque fourni à la page 5. On demande de représenter tous les points numérotés de 1 à 9 (voir Figure ci-dessus).

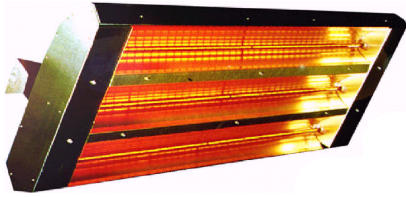
Note :

- Les humidificateurs adiabatiques (ou laveurs d'air adiabatiques) ont une efficacité de 95%. On définit l'efficacité de l'humidification comme la capacité de l'appareil à se rapprocher de la température de bulbe humide (T_{wb}) de l'air d'entrée :

$$\epsilon_{humidification} = \frac{T_{db,4} - T_{db,3}}{T_{wb,3} - T_{db,3}} = \frac{T_{db,6} - T_{db,5}}{T_{wb,5} - T_{db,5}} = 0.95$$

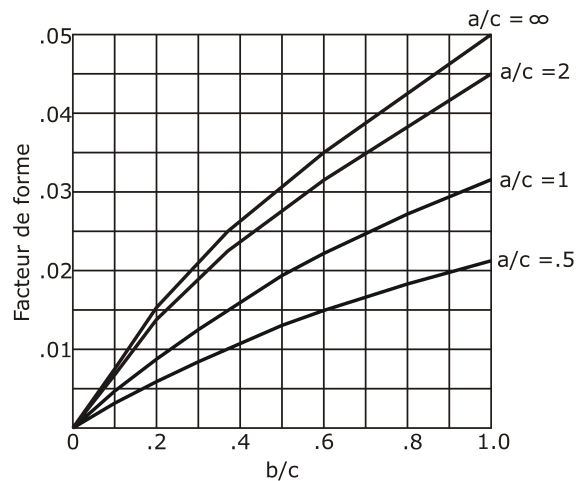
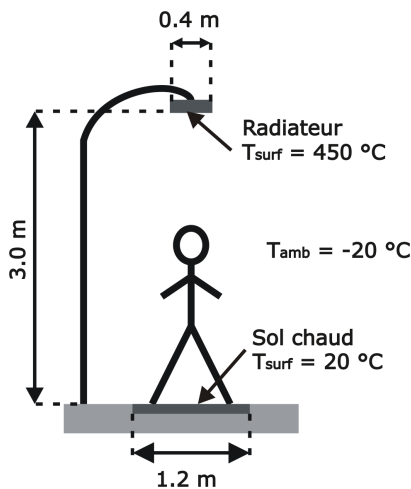
Question 4 (5 points)

Dans certaines villes, on réchauffe les personnes attendant aux arrêts de transport en commun à l'aide de radiateurs à infra-rouge tels que celui représenté ci-dessous.



On vous demande d'évaluer le confort d'un individu situé juste en-dessous d'une batterie de radiateurs située à 3.0 m du sol. Les radiateurs ont 40 cm de large et on peut supposer qu'ils forment une rangée de longueur infinie. Ils sont assimilés à une surface uniforme à une température de 450 °C. Le rayonnement infra-rouge réchauffe également le sol et on supposera qu'une zone de 1.20 m de largeur située exactement sous l'individu est chauffée à une température de 20 °C. On supposera que toutes les autres surfaces (y compris le sol en dehors de la bande de 1.20 m de large) sont à la température de l'air ambiant (-20 °C). L'humidité relative est de 50 %. L'être humain est habillé adéquatement pour les conditions hivernales ($I_{cl} = 2.5$ clo).

La partie gauche de la Figure ci-dessous représente la configuration géométrique (longueur infinie dans le sens perpendiculaire à la feuille), tandis que la partie droite fournit un détail de la Figure C-4 des notes, p. 231 (Facteur de forme pour un occupant debout, plafonds et planchers).



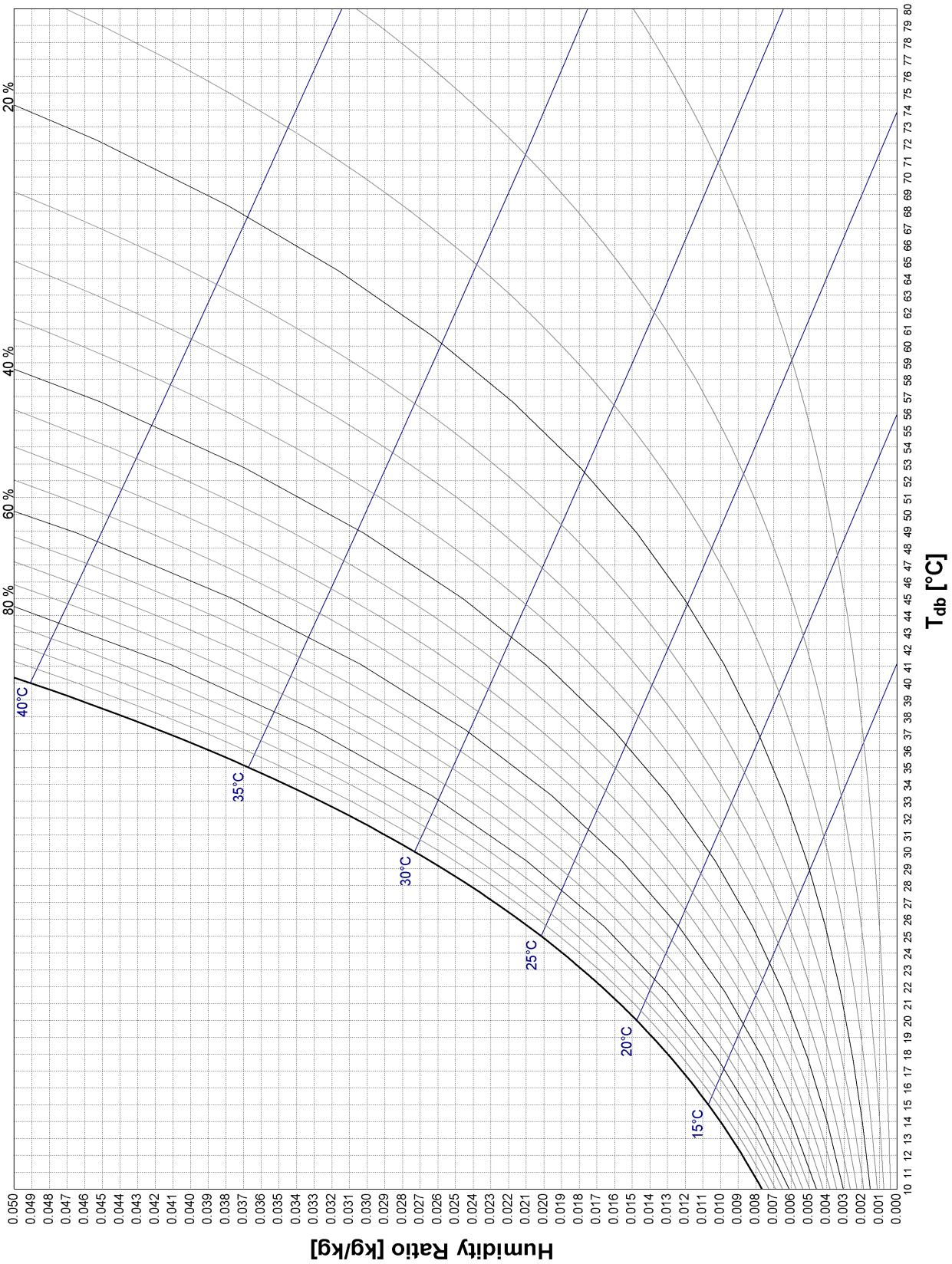
Pour les conditions spécifiées, on peut utiliser les équations simplifiées suivantes pour la température de surface des vêtements (T_{cl} en °C) et le Vote Moyen Prévisible (PMV). T_r est la Température moyenne radiante (en °C) et v_{ar} est la vitesse de l'air (en m/s) :

$$T_{cl} = 0.2892 * T_r - 10.30 - 8.5 * \ln(v_{ar})$$

$$PMV = -2.634 + 0.1352 * T_{cl}$$

- En supposant que la vitesse du vent est faible (0.25 m/s), calculer le pourcentage d'individus insatisfaits (PPD) dans les conditions ci-dessus.
- Que devient le PPD si le vent souffle à 20 km/h ?
- La théorie de Fanger est-elle complètement applicable au cas présent (justifiez brièvement) ?

Abaque à remettre avec le cahier d'examen (réponse à la Question 3, point d)



Abaque de référence à utiliser pour vos calculs (ne pas remettre avec le cahier d'examen)

