

Examen : Actions thermiques sur les structures

Master 1 Génie Civil

Décembre 2012 – Session 1

1 A4 recto-verso manuscrit personnel autorisé

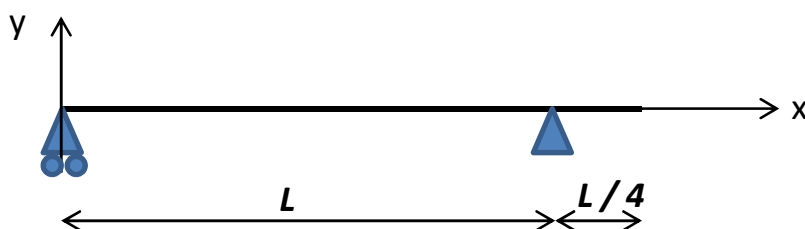
Toute donnée manquante est laissée à l'appréciation du candidat.

Exercice 1 (3 points)

1. Quels sont les phénomènes physiques quantifiés par les coefficients d'échange h à la surface des parois ?
2. Ces coefficients h sont-ils supérieurs à l'intérieur des bâtiments ou à l'extérieur ? Pourquoi ?
3. Quelle est la fonction d'un joint de dilatation ?
4. Citer une vérification réglementaire à faire vis-à-vis des actions thermiques sur une pile de pont. Décrire la conséquence mécanique pour l'ouvrage.

Exercice 2 (5 points)

On étudie les conséquences d'actions thermiques sur la poutre suivante :



Cette poutre est en charpente métallique et à une hauteur de 60 cm. Sa portée principale L est de 7,5 m.

1. Elle subit un échauffement de 40°C uniforme dans la hauteur de la poutre. Décrire les phénomènes se produisant en prenant garde aux conditions aux limites. Quantifier-les.
2. Après avoir retrouvé sa température initiale, la poutre est soumise à une élévation de température de 20°C en face supérieure et une baisse de température de 20°C en face inférieure. Calculer les conséquences mécaniques. Quelle est la flèche à la moitié de la portée principale de la poutre ? Quelle est la flèche à l'extrémité de la partie en console ?
3. Après avoir retrouvé sa température initiale, la poutre est soumise à une élévation de température de 60°C en face supérieure et une élévation de 20°C en face inférieure. Calculer les conséquences mécaniques de ce nouveau chargement.

Exercice 3 (12 points)

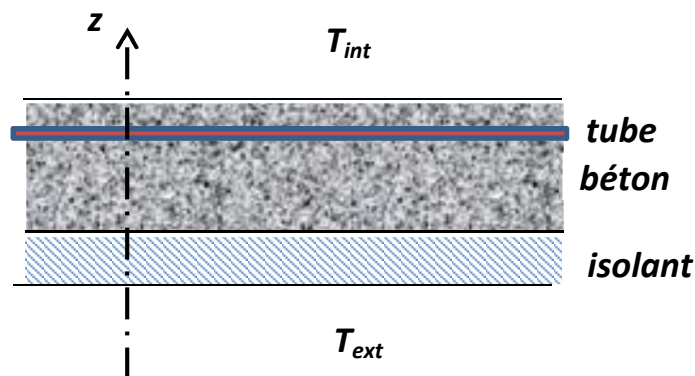
Le but de cet exercice est d'étudier le comportement thermique d'abord, puis thermo-mécanique d'un plancher bas d'un premier étage d'immeuble, plancher bas se trouvant au-dessus d'un porche et donc soumis aux conditions extérieures sur sa face inférieure. Ce plancher est constitué de 20 cm de béton (conductivité thermique de $1.75 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$) et 4 cm d'isolant (conductivité thermique de $0.04 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$) en sous-face et contient un tube de

plancher chauffant dans le béton à 5 cm de sa face supérieure (on négligera les effets thermiques des revêtements et enduits). La température d'origine de l'ensemble est supposée être 10°C. On souhaite étudier le comportement du plancher l'hiver dans des conditions extérieures les plus extrêmes du site : température extérieure et -15°C et vent fort (coefficient d'échange superficiel $h = 20 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$) alors qu'à l'intérieur, la température est maintenue à 19°C par le chauffage avec un coefficient d'échange superficiel h de 10 $\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ et que la température dans le tube du plancher chauffant est de 40°C.

La dalle est en béton armé. Sa portée est de 6 mètres et elle est supposée reposée sur un appui simple et une rotule à ses deux extrémités. Le module d'Young du béton est de 30000 MPa et sa résistance à la traction de 3 MPa.

1. Etude thermique

La représentation des conditions thermique du plancher est fortement simplifiée pour permettre l'étude thermique dans la seule direction perpendiculaire à la dalle :



1.1 Etude thermique de la partie supérieure de la dalle :

La partie supérieure de la dalle est représentée par une épaisseur de 5 cm de béton. Sur la partie inférieure, la température est maintenue à 40°C par le tube. La face supérieure est exposée à une température de 19°C avec un coefficient d'échange superficiel h de 10 $\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$.

Q.1. Représenter le profil de température dans la partie supérieure de la dalle en régime permanent.

1.2 Etude thermique de la partie inférieure de la dalle :

La partie inférieure de la dalle est représentée par une épaisseur de 15 cm de béton et 4 cm d'isolant au-dessous. Sur la partie supérieure, la température est maintenue à 40°C par le tube. La face inférieure est exposée à une température de -15°C avec un coefficient d'échange superficiel h de 20 $\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$.

Q.2. Représenter le profil de température dans la partie inférieure de la dalle en régime permanent.

2. Calcul thermo-mécanique

Q.3. Représenter le profil de variation thermique (ΔT) dans toute l'épaisseur de la dalle entre la température d'hiver et la température d'origine.

Q.4. En déduire le profil de déformation thermique imposée dans la dalle. Donner les fonctions représentant ce profil.

Q.5. En supposant que les sections droites de la dalle restent droites, et en négligeant la résistance mécanique de l'isolant, déterminer la courbure de la dalle en béton armé (on étudiera une largeur d'un mètre de dalle). Représenter la section droite de la poutre.

Q.6. Indiquer les zones tendues et les zones comprimées.

Q.7. Déterminer la contrainte de traction maximale. Y a-t-il un risque de fissuration (résistance du béton en traction : 3 MPa) ?