

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2017

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

14-BA-A7 CONCEPTION DE L'ENVELOPPE DES BÂTIMENTS

Question 1.

(10 points)

D'après la figure 1, identifiez le défaut de l'enveloppe du bâtiment et la cause du noircissement sur la laine de fibre de verre dans le système du mur extérieur.



Figure 1

1) Le défaut :

2) La cause du noircissement sur la laine de fibre de verre :

Question 2.

(25 points)

Assemblage de mur extérieur à ossature d'acier en 2x4 @ 24" c à c. (38x89 mm @ 600mm c. à c.)

- construit à Montréal, Québec (degré jours de chauffage 4250)
 - Indice rapport minimal extérieur/intérieur exigé par CNBC 2010 pour revêtement à faible perméabilité à la vapeur d'eau ($<60 \text{ ng/Pa s m}^2$), est de 0.20 pour régions ayant degré jours jusqu'à 4999.
- a. Film d'air extérieur; (RSI 0,03)
 - b. Brique d'argile 3,5" (89 mm); (RSI 0,07)
 - c. Espace d'air; 1 pouce (25 mm); (RSI 0,18)
 - d. 2" (50 mm) d'isolant rigide de polyuréthane giclée; (RSI 1,97); $<60 \text{ ng/Pa s m}^2$)
 - e. Revêtement intermédiaire en gypse avec joints scellés 1/2" (12,7mm); (RSI 0,08); $>60 \text{ ng/Pa s m}^2$)
 - f. Ossature d'acier 2"x4" @24" c. à c. (38x89 mm @ 600 mm c. à c.); (RSI- 0,00143) pour ossature d'acier
 - g. Isolant en matelas de fibres de verre dans la cavité 2.5" (89 mm); (RSI 2,47)
 - h. Pare vapeur de polyéthylène 6 Mil; (RSI 0)
 - i. Gypse 1/2 " (12,7 mm); (RSI 0,08)
 - j. Film d'air intérieur; (RSI 0,12)

Calculez la résistance thermique **nominale** de l'assemblage: (RSI) _____ (5 pts)

Calculez la résistance thermique **effective** de l'assemblage: (RSI) _____ (10 pts)

Calculez le **rapport extérieur/intérieur** pour vérifier la conformité du revêtement isolant à faible perméance à la vapeur d'eau ($<60 \text{ ng/Pa s m}^2$): _____ (5 pts)

Est-ce qu'on peut utiliser l'isolant de polystyrène extrudé (faible perméance à la vapeur d'eau) dans cet assemblage si construit à Montréal, Québec? Pourquoi? _____ (5 pts)

Question 3.

(5 points)

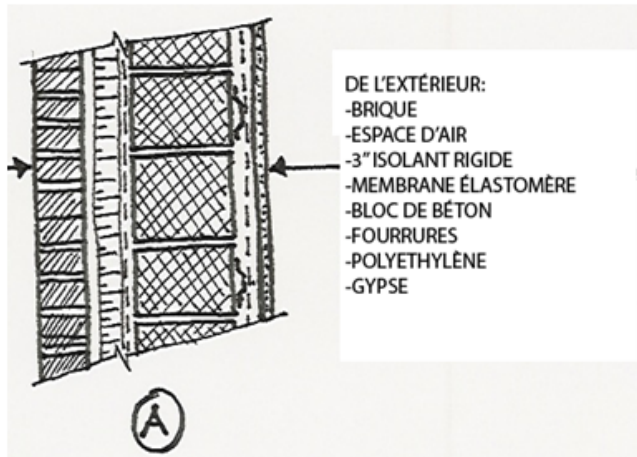


Figure 2

Dans la figure 2, choisir la combinaison de produits acceptables pour aller dans les zones représentée par les deux lignes pointillées. Encerclez la bonne réponse.

- a) Membrane de polyéthylène 6 Mil coté extérieur et coté intérieur (perméabilité à la vapeur d'eau, $<60 \text{ ng Pa/sm}^2$)
- b) Membrane autocollante (perméabilité à la vapeur d'eau, $<60 \text{ ng Pa/sm}^2$) du coté extérieur et peinture coté intérieur (perméabilité à la vapeur d'eau, $> 60 \text{ ng Pa/sm}^2$)
- c) Membrane autocollante (perméabilité à la vapeur d'eau, $>60 \text{ ng Pa/sm}^2$) du coté extérieur et peinture coté intérieur (perméabilité à la vapeur d'eau, $> 60 \text{ ng Pa/sm}^2$)
- d) Aucune de ces réponses

Question 4.

(5 points)

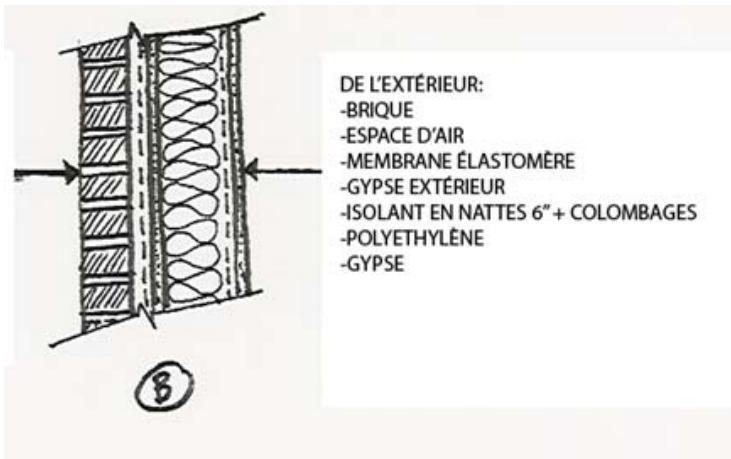


Figure 3

Dans la figure 3, choisir la combinaison de produits acceptables pour aller dans les zones représentée par les deux lignes pointillées. Encerchez la bonne réponse.

- a) Membrane de polyéthylène 6 Mil coté extérieur et coté intérieur (perméabilité à la vapeur d'eau, $< 60 \text{ ng Pa/sm}^2$)
- b) Membrane pare-intempérie à base de bitume (perméabilité à la vapeur d'eau, $< 60 \text{ ng Pa/sm}^2$) du coté extérieur et membrane de polyéthylène 6 Mil du coté intérieur (perméabilité à la vapeur d'eau, $> 60 \text{ ng Pa/sm}^2$)
- c) Membrane pare-intempérie en polyoléfine (perméabilité à la vapeur d'eau, $> 60 \text{ ng Pa/sm}^2$) du coté extérieur et membrane de polyéthylène du coté intérieur (perméabilité à la vapeur d'eau, $< 60 \text{ ng Pa/sm}^2$)
- d) Aucune de ces réponses

Question 5.

(10 points)

Nommez les deux principes de base pour bien réussir un isolement acoustique d'un assemblage de mur à ossature d'acier non porteur (Gauge >20).

- 1) _____
- 2) _____

Question 6.

(10 points)

Nommez les trois principes de mouvement de chaleur :

- a) Le mouvement de la chaleur par : _____
- b) Le mouvement de la chaleur par : _____
- c) Le mouvement de la chaleur par : _____

La perte de chaleur à travers un balcon en béton dans une tour a condominiums est représentée par la quel des principes ci haut?

Le mouvement de la chaleur par : _____

Question 7.

(5 points)

À quoi sert le platelage d'une toiture (encerclez la ou les bonnes réponses):

- a) C'est un élément de structure qui protège des effets des barrages de glace;
- b) C'est un élément structural qui sert à supporter des charges comme le poids de la neige;
- c) C'est un élément qui sert de support au produit d'étanchéité et à la membrane de revêtement;
- d) C'est un élément qui sert de support aux fermes de toit;
- e) C'est un élément qui sert de support à l'isolant installé au plafond pour les toitures en pente;

Question 8.**(10 points)**

Expliquez dans vos propres mots un système de mur extérieur qui incorpore le principe d'un écran pare-pluie.

Question 9.**(10 points)**

Expliquez la différence entre la valeur de la résistance thermique nominale vs la résistance thermique effective d'un assemblage de mur.

Question 10.**(5 points)**

Quelles sont les principales fonctions du revêtement intermédiaire? Encerclez la ou les bonnes réponses.

- a) C'est le revêtement de finition des murs extérieurs;
- b) C'est la deuxième ligne de défense pour la protection contre les infiltrations d'eau;
- c) C'est un élément qui sert à contreventer la structure;
- d) C'est un élément qui sert de support à d'autres matériaux;

Question 11.**(5 points)**

Lequel ou lesquels des énoncés suivants est (sont) faux?

- a) Les fondations peuvent être isolées de l'extérieur;
- b) Les fondations peuvent être isolées de l'intérieur;
- c) Les fondations doivent être isolées de l'intérieur et de l'extérieur;
- d) Les fondations peuvent être isolées de l'extérieur à condition que la résistance thermique soit égale à celle de la dalle sur sol.

Informations pour calcul de la résistance thermique effective

Tableau A-9.36.2.4. 1)C.

Pourcentages de l'aire avec ossature et de l'aire sans ossature pour les ensembles types d'ossature en tôle d'acier⁽¹⁾

Ensemble à ossature en tôle d'acier	Espacement entraxe des éléments, en mm							
	< 500		≥ 500		< 2100		≥ 2100	
	% aire avec ossature	% aire sans ossature	% aire avec ossature	% aire sans ossature	% aire avec ossature	% aire sans ossature	% aire avec ossature	% aire sans ossature
Toits, plafonds, planchers	0,43	99,57	0,33	99,67	—	—	—	—
Mur au-dessus du niveau moyen du sol et lattes continues	0,77	99,23	0,67	99,33	—	—	—	—
Mur sous le niveau moyen du sol et lattes continues	0,57	99,43	0,33	99,67	—	—	—	—
Mur en tôle d'acier	—	—	—	—	0,08	99,92	0,06	99,94

⁽¹⁾ Les pourcentages de l'aire avec ossature indiqués dans le présent tableau sont fondés sur des méthodes types de construction d'ossature et non simplement sur la largeur des poteaux ou de la cavité. Ils sont fondés sur une tôle d'acier de calibre 18 (1,2 mm). Cependant, les résultats des essais ont montré que, pour les épaisseurs courantes d'ossature en acier léger, l'épaisseur réelle a très peu d'effet sur la résistance thermique effective. Si les pourcentages réels de l'aire avec ossature et de l'aire sans ossature sont connus, on doit utiliser ces valeurs plutôt que celles mentionnées dans le présent tableau.

$$RSI_{\text{parallèle}} = \frac{100}{\frac{\% \text{ aire avec ossature}}{RSI_F} + \frac{\% \text{ aire sans ossature}}{RSI_C}}$$

Formule pour calculer le flux thermique parallèle

Pour calculer la résistance thermique effective d'un ensemble de l'enveloppe du bâtiment ayant une ossature en tôle d'acier, RSI_{eff} , utiliser l'équation suivante :

$$RSI_{\text{eff}} = K_1 \cdot RSI_{T1} + K_2 \cdot RSI_{T3}$$

où

RSI_{T1} = résistance thermique effective d'un ensemble de l'enveloppe du bâtiment déterminée à l'aide de la méthode du flux thermique parallèle applicable aux ensembles à ossature de bois (utiliser les pourcentages d'aire avec ossature et d'aire sans ossature indiqués au tableau A-9.36.2.4. 1)C.);

RSI_{T3} = RSI_{T2} + valeurs de résistance thermique des autres composants, sauf les poteaux en tôle d'acier et l'isolant, où RSI_{T2} = résistance thermique effective des poteaux en tôle d'acier et de l'isolant déterminée à l'aide de la méthode du flux thermique parallèle applicable aux ensembles à ossature de bois;

K_1 = valeur applicable tirée du tableau A-9.36.2.4. 1)B.; et

K_2 = valeur applicable tirée du tableau A-9.36.2.4. 1)B.

Tableau A-9.36.2.4. 1)B.
Valeurs de K_1 et K_2

Espacement des éléments, en mm	K_1	K_2
< 500, sans revêtement intermédiaire isolant	0,33	0,67
< 500, avec revêtement intermédiaire isolant	0,40	0,60
≥ 500	0,50	0,50