

Résistance thermique effective et impact de la fenestration sur l'efficacité énergétique

Gilbert Riopel, B. Sc.

Directeur, évaluations thermiques, Air-Ins inc.



AIR-INS Inc

Guyline Desmarais, Arch., M.Sc.A., LEED AP

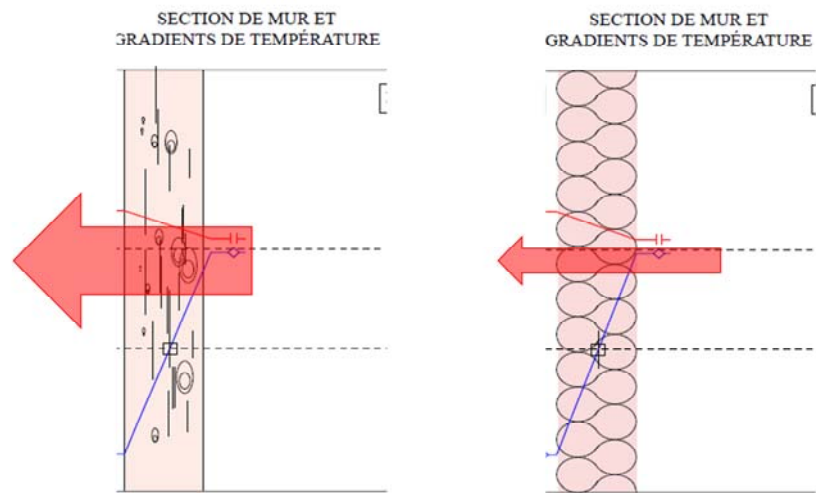
Chargée de projets



LA VALEUR RSI - DÉFINITION

- La valeur RSI est un chiffre qui quantifie la résistance d'un matériau au passage de la chaleur par **conduction**

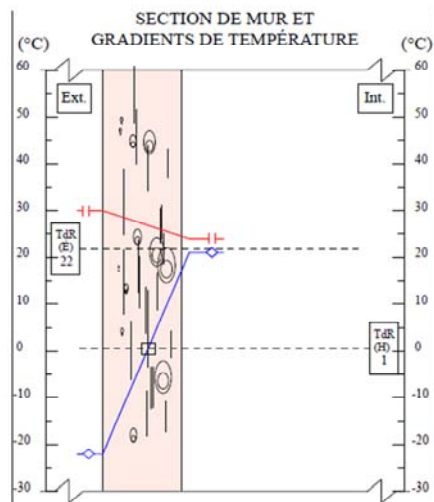
LA VALEUR RSI - DÉFINITION



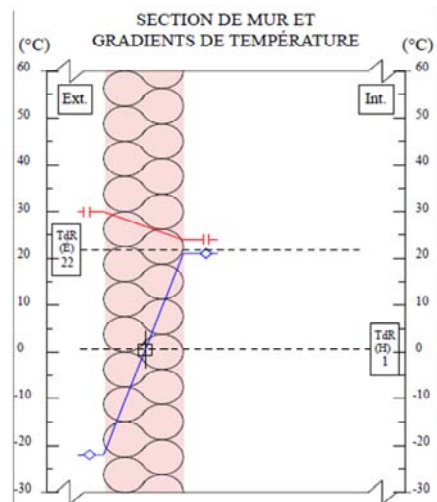
LA VALEUR RSI - DÉFINITION



LA VALEUR RSI - DÉFINITION



$$RSI = 1,26 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$$



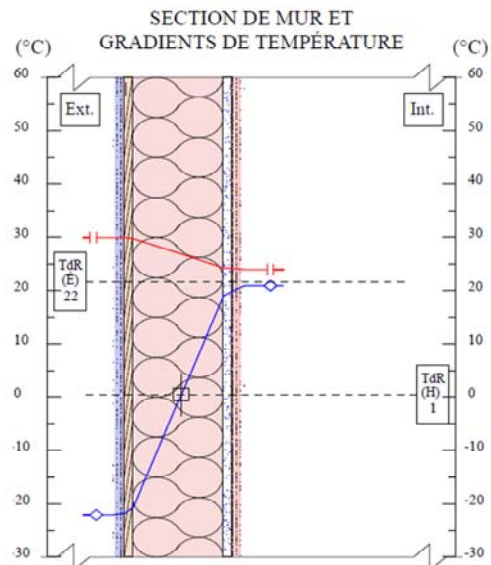
$$RSI = 3,87 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$$

LA VALEUR RSI - CALCUL

- Pour calculer la valeur RSI, on additionne les résistances thermiques des matériaux de l'assemblage

→ Valeur RSI nominale

LA VALEUR RSI - CALCUL



LA VALEUR RSI - CALCUL

- **$RSI_T = RSI_{fe} + RSI_{cp} + RSI_i + RSI_g + RSI_{fi}$**

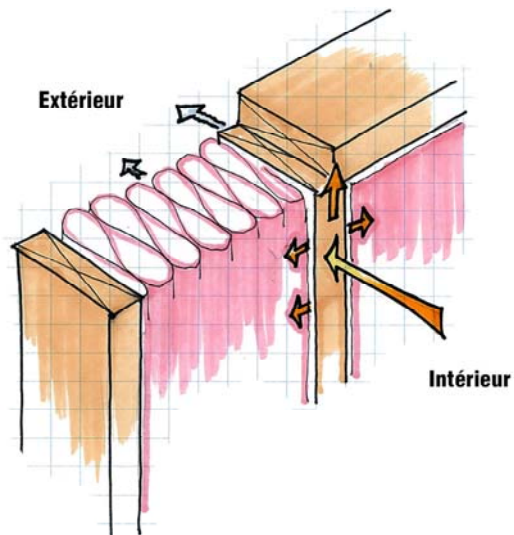
- RSI_{fe} = RSI film extérieur (0,03 m²*°C/W)
- RSI_{cp} = RSI contreplaqué (0,11 m²*°C/W)
- RSI_i = RSI isolant (3,87 m²*°C/W)
- RSI_g = RSI gypse (0,08 m²*°C/W)
- RSI_{fi} = RSI film intérieur (0,11 m²*°C/W)

LA VALEUR RSI - CALCUL

$$\mathbf{RSI_T = 0,03 + 0,11 + 3,87 + 0,08 + 0,11 =}$$

$$\mathbf{4,2 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}}$$

LA VALEUR RSI – RÉALISTE?



EFFET DES PONTS THERMIQUES

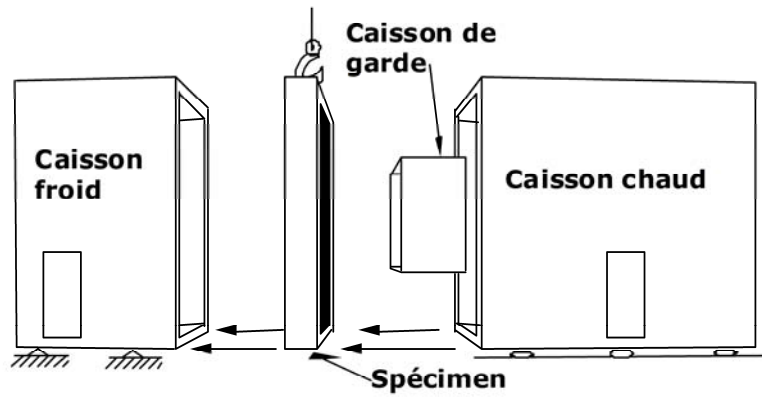


EFFET DES PONTS THERMIQUES

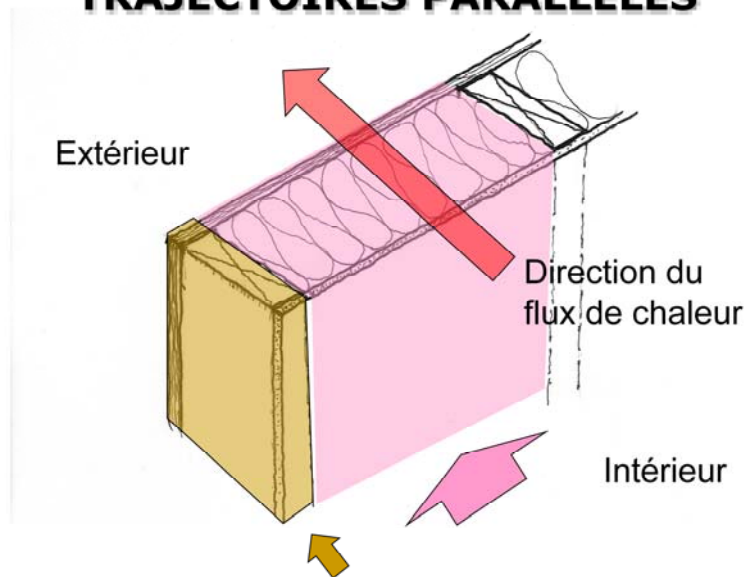


Une meilleure façon d'évaluer la valeur RSI?

VALEUR RSI EFFECTIVE



TRAJECTOIRES PARALLÈLES



TRAJECTOIRES PARALLÈLES

$$\bullet \text{RSI}_{\text{Teff}} = \frac{1}{\frac{r_i}{\text{RSI}_{\text{Ti}}} + \frac{r_m}{\text{RSI}_{\text{Tm}}}}$$

Vis-à-vis l'isolant →

→ Vis-à-vis les montants

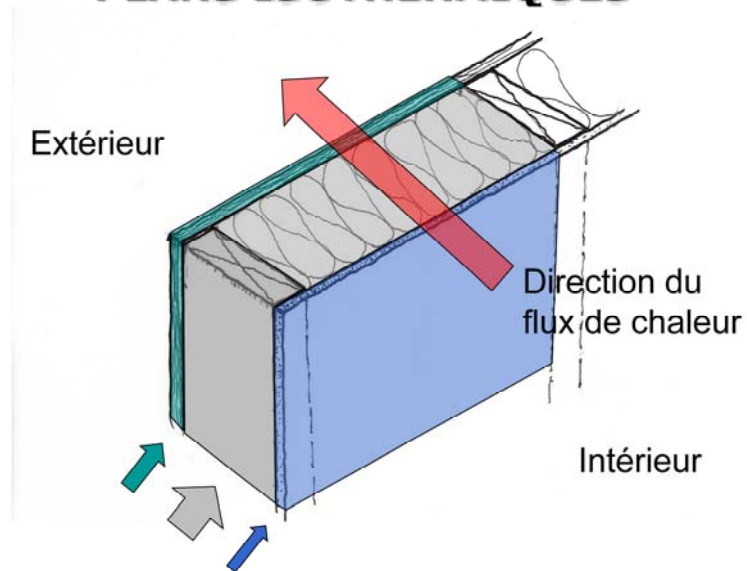
- r_i = ratio isolant sur surface totale (0,906)
- RSI_{Ti} = RSI **totale** à l'isolant (4,2 m²*°C/W)
- r_m = ratio montants sur surface totale (0,094)
- RSI_{Tm} = RSI **totale** aux montants (1,6 m²*°C/W)

TRAJECTOIRES PARALLÈLES

$$\mathbf{RSI_{tot} = 1 / (0,906 / 4,2) + (0,094 / 1,6) =}$$

$$\mathbf{3,64 \text{ m}^2 * \text{ }^{\circ}\text{C/W}}$$

PLANS ISOTHERMIQUES



PLANS ISOTHERMIQUES

• **RSI_{tot}** =

$$RSI_{fe} + RSI_{cp} + \frac{1}{\frac{r_i}{RSI_i} + \frac{r_m}{RSI_m}} + RSI_g + RSI_{fi}$$

Couche
équivalente

PLANS ISOTHERMIQUES

- RSI_{fe} = RSI film extérieur ($0,03 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$)
- RSI_{cp} = RSI contreplaqué ($0,11 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$)
- r_i = ratio isolant sur surface totale ($0,906$)
- RSI_i = RSI isolant ($3,87 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$)
- r_m = ratio montants sur surface totale ($0,094$)
- RSI_m = RSI montants ($1,26 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$)
- RSI_g = RSI gypse ($0,08 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$)
- RSI_{fi} = RSI film intérieur ($0,11 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$)

PLANS ISOTHERMIQUES

$$\mathbf{RSI_{tot} = 0,03 + 0,11 + \left\{ 1 / [(0,906/3,87) + (0,094/1,26)] \right\} + 0,08 + 0,11 =}$$

$$\mathbf{3,57 \text{ m}^2 * ^\circ\text{C/W}}$$

PLANS ISOTHERMIQUES

- Trajectoires parallèles: **3,64 m² * °C/W**
- Plans isothermiques: **3,57 m² * °C/W**

- La moyenne: **3,61 m² * °C/W**

- Valeur nominale: **4,2 m² * °C/W**

OSSATURE MÉTALLIQUE

$$RSI_{\text{tot}} = 1 / (0,9937 / 4,2) + (0,0063 / 0,33) =$$

$$3,91 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$$

OSSATURE MÉTALLIQUE

$$RSI_{\text{tot}} = 0,03 + 0,11 + \left\{ 1 / \left[\left(0,9937 / 3,87 \right) + \left(0,0063 / 0,0024 \right) \right] \right\} + 0,079 + 0,11 =$$

$$0,68 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$$

OSSATURE MÉTALLIQUE

- Trajectoires parallèles: **3,91 m² * °C/W**
- Plans isothermiques: **0,68 m² * °C/W**
- Moyenne pondérée: $(1/3 \cdot TP) + (2/3 \cdot PI) =$
1,75 m² * °C/W
- Valeur nominale: **4,2 m² * °C/W**

VALEUR U

- Quand on parle de l'ensemble du mur, on réfère à sa « **Valeur U** »
- Représente la **conductivité** de l'assemblage
- C'est l'inverse de la Valeur RSI_{eff} :
→ Valeur U = $1 / RSI_{eff}$

VALEUR U

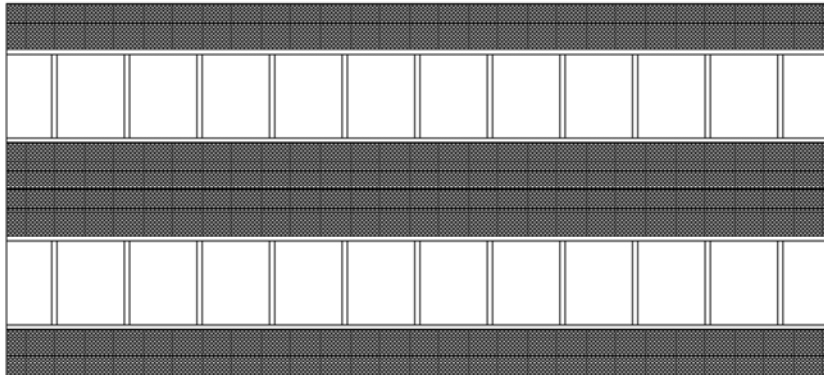
- Valeur U ossature de bois =
 $1 / 3,61 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W} = \mathbf{0,32 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$
- Valeur U ossature métallique =
 $1 / 1,75 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W} = \mathbf{0,57 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$

Et la fenestration?

VALEUR RSI EFFECTIVE

- Retour à la base du calcul en parallèle par un exemple d'évaluation de la résistance effective

Élévation d'un bâtiment



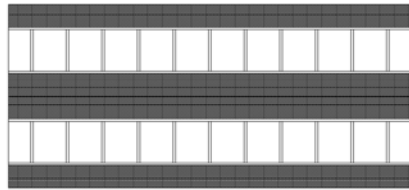
50% de surface de fenêtres	RSI=0,35	(R 2)
50% de surface de mur	RSI=3,5	(R 20)
Moyenne des résistances	RSI 1,9	(R 11)
Résistance effective	RSI= 0,6	(R 3.6)

Parallèle vs Série

- **En série , on additionne les résistances**
- **En parallèle, on pondère les valeurs U en rapport à leurs surfaces respectives.**

Élévation de 2 bâtiments identiques

A

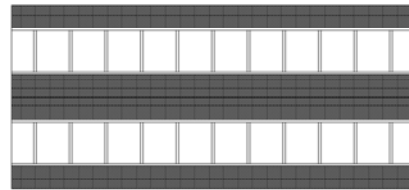


50% de surface de fenêtres
50% de surface de mur
 $RSI_{eff}=0,6$ (original)

Fenêtre: $RSI=0,35$
Mur: $RSI=7$

RSI_{eff} : **0,7**

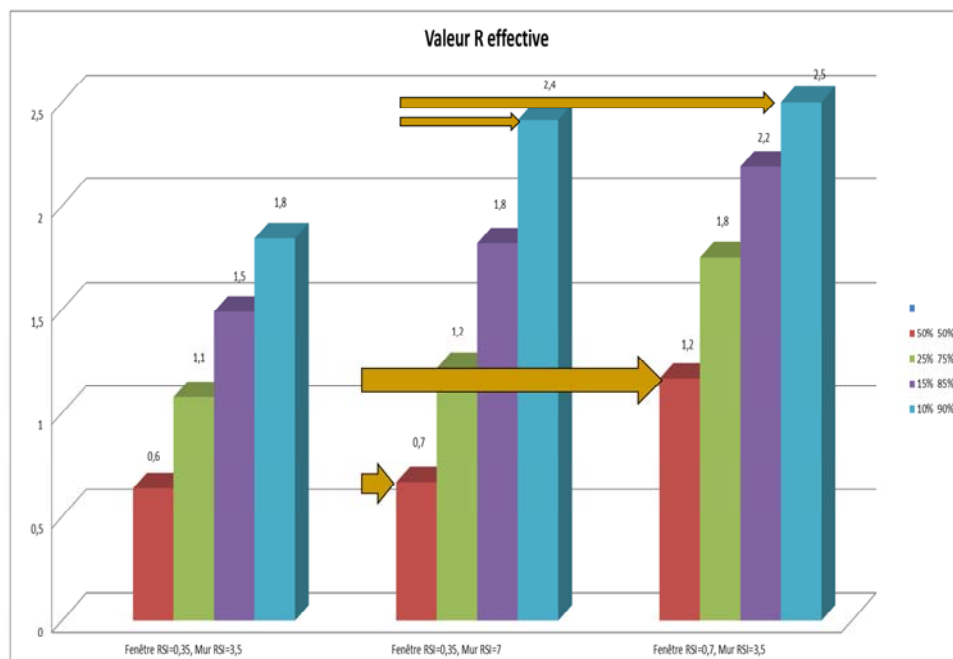
B



50% de surface de fenêtres
50% de surface de mur
 $RSI_{eff}=0,6$ (original)

Fenêtre: $RSI=0,7$
Mur: $RSI=3,5$

RSI_{eff} : **1,2**



CEBQ

24 février 2010

PRIORISATION DES STRATÉGIES

- Bien évaluer la Valeur U
- Peu importe l'échelle
- Travailler sur le maillon faible

Attention!
Ce n'est pas tout...

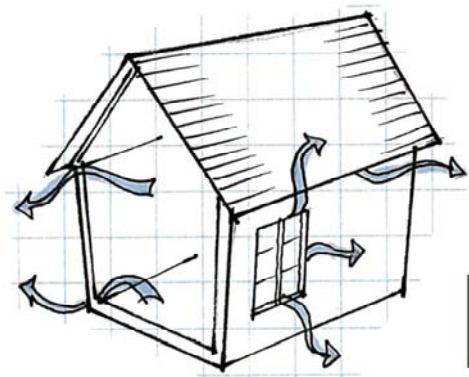
Tenir compte des mouvements d'air!

IMPACT DES MOUVEMENTS D'AIR



Coûts de
chauffage (\$) 108.51

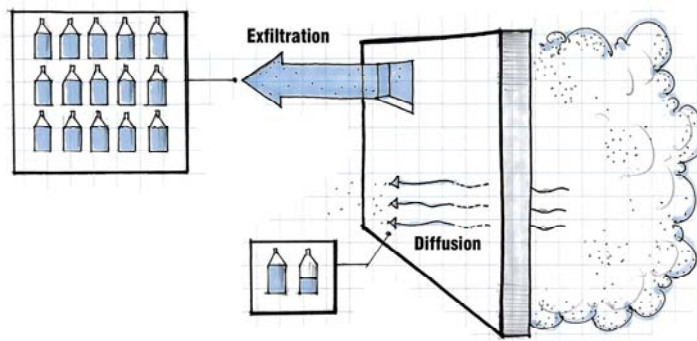
IMPACT DES MOUVEMENTS D'AIR



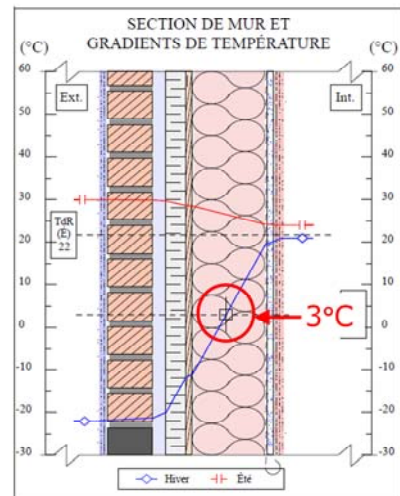
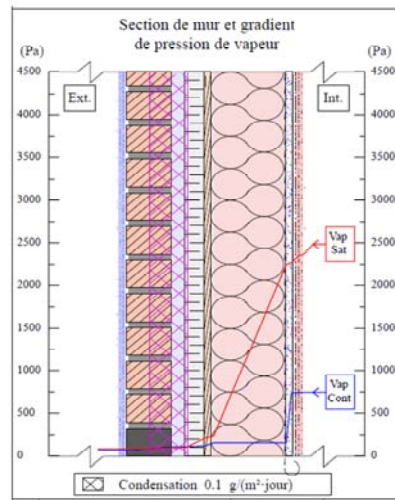
Coûts
additionnels par
changement d'air (\$) 78.80

Tenir compte des mouvements d'humidité!

IMPACT DES MOUVEMENTS D'HUMIDITÉ



IMPACT DES MOUVEMENTS D'HUMIDITÉ



EN CONCLUSION

- La valeur RSI nominale ne veut pas dire grand chose
- Intervenir sur le maillon faible
- La valeur U n'est pas le seul critère à considérer
 - Mouvements d'air
 - Mouvements d'humidité



Merci !