

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### **Efficacité énergétique pour les maisons et petits bâtiments : enveloppe du bâtiment** Belrechid, Nadjma

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/40001318>

*Présentations sur les exigences d'efficacité énergétique pour les maisons et les petits bâtiments qui ont été incorporées dans la partie 9 du Code national du bâtiment : Canada 2010, 2013-03*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=f01c1c8e-f855-4b58-93a1-82f7d7bca6f8>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=f01c1c8e-f855-4b58-93a1-82f7d7bca6f8>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.



## Centre canadien des codes du CNRC

**Efficacité énergétique pour les maisons et petits bâtiments**

# Enveloppe du bâtiment

**Nedjma Belrechid**

**Mars 2013**



Conseil national  
de recherches Canada

National Research  
Council Canada

Canada

# Introduction

- Série de quatre présentations
- Code modèle élaboré par la Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies
- Le Code national du bâtiment - Canada 2010 (CNB) doit être adopté par les autorités provinciales/territoriales pour avoir force de loi

# Aperçu

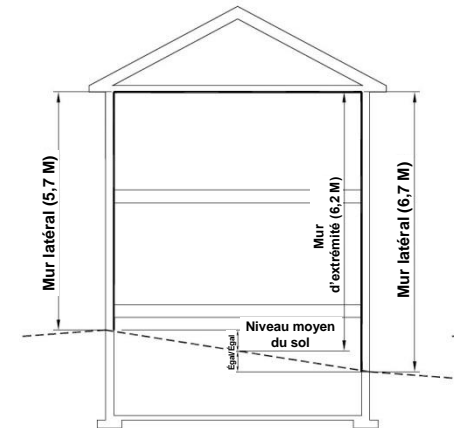
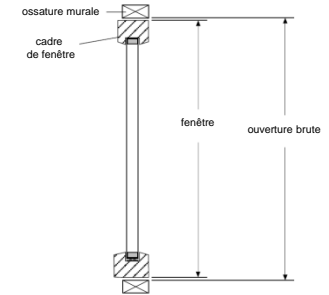
- Structure de la sous-section
- Objet, domaine d'application et calculs
- Exigences en matière d'isolation
  - Nominales ou effectives
  - Renseignements contenus dans l'annexe
- Exigences d'étanchéité à l'air
- Méthode simple des solutions de remplacement

# Structure de la sous-section

- 9.36.2. Enveloppe du bâtiment
  - 9.36.2.1. Objet et domaine d'application
  - 9.36.2.2. Détermination des caractéristiques thermiques et des aires
  - 9.36.2.3. Calcul de l'aire des plafonds, des murs, du fenêtrage et des portes
  - 9.36.2.4. Calcul de la résistance thermique des ensembles
  - 9.36.2.5. Continuité de l'isolation
  - 9.36.2.6. Ensembles de construction opaques hors sol
  - 9.36.2.7. Fenêtrage, portes et lanterneaux
  - 9.36.2.8. Ensembles de construction au-dessous du niveau moyen du sol ou en contact avec le sol
  - 9.36.2.9. Étanchéité à l'air
  - 9.36.2.10. Construction des détails du système d'étanchéité à l'air
  - 9.36.2.11. Solutions de remplacement

# Objet et domaine d'application

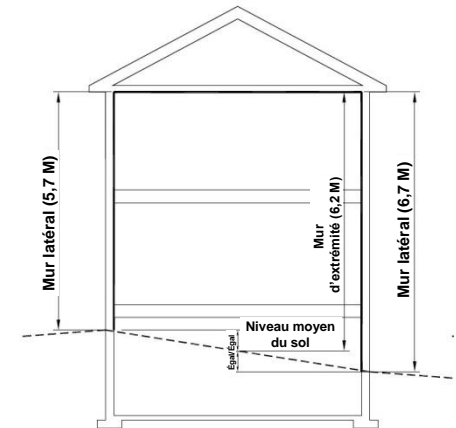
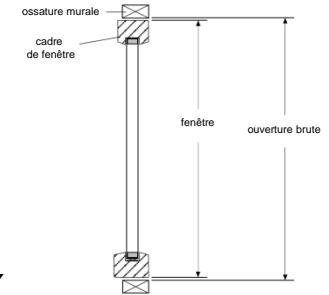
- Exigences relatives à l'enveloppe du bâtiment
  - Porte sur le transfert de chaleur et les fuites d'air
  - S'applique aux éléments séparant les espaces climatisés des espaces non climatisés, de l'air extérieur ou du sol
  - S'applique aux éléments séparant les espaces climatisés d'un garage de stationnement contigu, même si ce dernier est chauffé



2 ÉTAGES - FERME DE COMBLE

# Essais et calculs

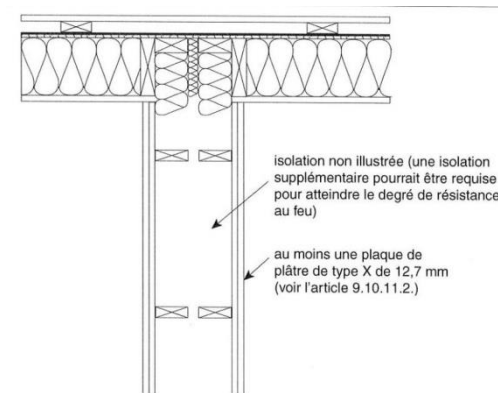
- Méthode d'essai
  - Méthode d'essai des valeurs R relatives aux matériaux et aux composants
  - Coefficients U relatifs aux fenêtres et aux lanterneaux
- Méthode de calcul
  - Aire des murs et du fenêtrage
  - Résistance thermique effective des ensembles
  - Construction des murs en rondins



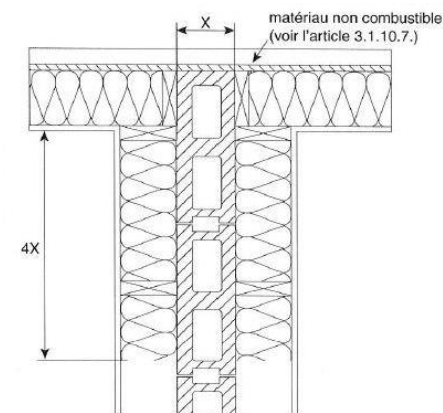
2 ÉTAGES - FERME DE COMBLE

# Isolation – continuité

- Exigence générale
  - L'isolation doit être installée en continu
  - Exceptions :
    - Pénétration d'éléments de charpente pouvant atteindre 2 % de l'aire du mur
    - Joints entre le mur de fondation et la dalle de plancher
    - Entre la fondation et le contre-mur extérieur en maçonnerie (isolation extérieure)
    - Valeur R derrière les tuyaux et autres éléments encastrés dans le plancher/mur (RSI 2,78)
- Si la continuité est interrompue
  - Recouvrement égal à 4 fois la largeur de l'interruption
  - Isoler des deux côtés 4 fois la largeur de la pénétration



FG00768A



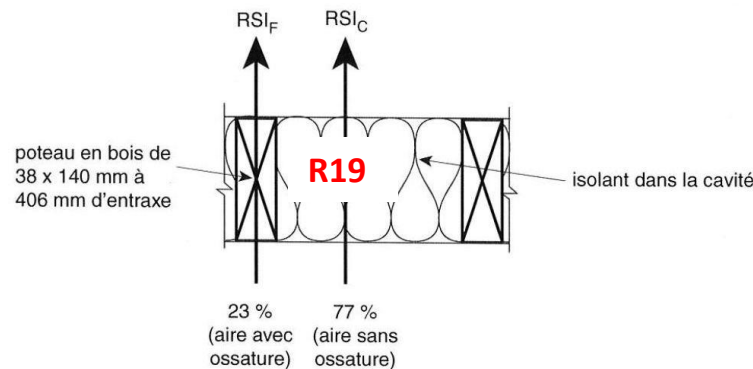
FG00768A

# Isolation – caractéristiques thermiques exigées

- Ensembles opaques
  - Résistance thermique effective minimale ( $RSI = 1/U$ ) pour
    - les ensembles hors sol : murs, combles sous toit, planchers au-dessus d'espaces non chauffés, etc.
    - les ensembles sous le niveau du sol : murs de fondation, dalles de plancher, dalles chauffées, etc.
  - Deux options de conformité
    1. Valeurs R basées sur la ventilation mécanique (pas de VRC)
    2. Valeurs R basées sur un VRC

# Isolation – valeurs RSI effectives requises

- Exemple : murs hors sol
- Méthode de calcul : plans isothermes – simple ajout de couches
- Méthode de calcul : flux thermique parallèle – cavités de l'ossature seulement



- |            |  |                                   |                |
|------------|--|-----------------------------------|----------------|
| – Code :   | <b>valeur effective minimale requise</b> | <b>RSI 2,78 m<sup>2</sup>°C/W</b> | <b>(R15,8)</b> |
| – Annexe : | exemples d'isolation nominale            | RSI 3,34 m <sup>2</sup> °C/W      | (R19)          |
| – RNCan :  | plus d'exemples d'ossature               |                                   |                |

# Isolation – consultation des valeurs nominales

- Exigences hors sol

Ensemble de construction opaque	Degrés-jours de chauffage (DJC) pour l'emplacement du bâtiment, en degrés-jours Celsius					
	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7a	Zone 7b	Zone 8
	<3000	3000 à 3999	4000 à 4999	5000 à 5999	6000 à 6999	≥7000
Résistance thermique effective (RSI) en m <sup>2</sup> °C/W						
<b>Murs (sans VRC)</b>	<b>2,78</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>	<b>3,85</b>	<b>3,85</b>
<b>Murs (VRC)</b>	<b>2,78</b>	<b>2,97</b>	<b>2,97</b>	<b>2,97</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>

- Annexe – tableaux de consultation

Description de l'élément d'ossature ou du matériau	Résistance thermique de l'ensemble isolé			Résistance thermique effective minimale exigée par l'article 9.36.2.6. pour les murs hors sol, en (m <sup>2</sup> ·K)/W			
	RSI nominale, en (m <sup>2</sup> ·K)/W (pi <sup>2</sup> ·°F·h/Btu)		RSI effective, en (m <sup>2</sup> ·K)/W	2,78	2,97	3,08	3,85
	Isolant dans la cavité	Matériaux continus	Mur entier	Résistance thermique nominale minimale <sup>(1)</sup> , en (m <sup>2</sup> ·K)/W, à compenser par un isolant, un revêtement intermédiaire <sup>(2)</sup> ou d'autres matériaux et des coefficients de films d'air			
Ossature de bois de 38 x 140 mm, espacement entre axes de 406 mm	3,34 (R19) <sup>(3)</sup>	Aucune	2,36	0,42 <sup>(4)</sup>	0,61	0,72	1,49
		1,32 (R7.5)	3,68	—	—	—	0,17
	3,87 (R22)	Aucune	2,55	0,23	0,42	0,54	1,30
		0,88 (R5)	3,43	—	—	—	0,42
	4,23 (R24)	Aucune	2,66	0,12	0,30	0,42	1,18

# Isolation – consultation des valeurs nominales

- Exigences hors sol

Ensemble de construction opaque	Degrés-jours de chauffage (DJC) pour l'emplacement du bâtiment, en degrés-jours Celsius					
	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7a	Zone 7b	Zone 8
	<3000	3000 à 3999	4000 à 4999	5000 à 5999	6000 à 6999	≥7000
Résistance thermique effective (RSI) en m <sup>2</sup> °C/W						
<b>Murs (sans VRC)</b>	<b>2,78</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>	<b>3,85</b>	<b>3,85</b>
<b>Murs (VRC)</b>	<b>2,78</b>	<b>2,97</b>	<b>2,97</b>	<b>2,97</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>

- Annexe – tableaux de consultation

Description de l'élément d'ossature ou du matériau	Résistance thermique de l'ensemble isolé			Résistance thermique effective minimale exigée par l'article 9.36.2.6. pour les murs hors sol, en (m <sup>2</sup> ·K)/W			
	RSI nominale, en (m <sup>2</sup> ·K)/W (pi <sup>2</sup> ·°F·h/Btu)		RSI effective, en (m <sup>2</sup> ·K)/W	2,78	2,97	3,08	3,85
	Isolant dans la cavité	Matériaux continus	Mur entier	Résistance thermique nominale minimale <sup>(1)</sup> , en (m <sup>2</sup> ·K)/W, à compenser par un isolant, un revêtement intermédiaire <sup>(2)</sup> ou d'autres matériaux et des coefficients de films d'air			
Ossature de bois de 38 x 140 mm, espacement entre axes de 406 mm	3,34 (R19) <sup>(3)</sup>	Aucune	2,36	0,42 <sup>(4)</sup>	0,61	0,72	1,49
		1,32 (R7.5)	3,68	—	—	—	0,17
	3,87 (R22)	Aucune	2,55	0,23	0,42	0,54	1,30
		0,88 (R5)	3,43	—	—	—	0,42
4,23 (R24)	Aucune	2,66	0,12	0,30	0,42	1,18	

# Isolation – consultation des valeurs nominales

- Exigences hors sol

Ensemble de construction opaque	Degrés-jours de chauffage (DJC) pour l'emplacement du bâtiment, en degrés-jours Celsius					
	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7a	Zone 7b	Zone 8
	<3000	3000 à 3999	4000 à 4999	5000 à 5999	6000 à 6999	≥7000
Résistance thermique effective (RSI) en m <sup>2</sup> °C/W						
<b>Murs (sans VRC)</b>	<b>2,78</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>	<b>3,85</b>	<b>3,85</b>
<b>Murs (VRC)</b>	<b>2,78</b>	<b>2,97</b>	<b>2,97</b>	<b>2,97</b>	<b>3,08</b>	<b>3,08</b>

- Annexe – tableaux de consultation

Description de l'élément d'ossature ou du matériau	Résistance thermique de l'ensemble isolé			Résistance thermique effective minimale exigée par l'article 9.36.2.6. pour les murs hors sol, en (m <sup>2</sup> ·K)/W			
	RSI nominale, en (m <sup>2</sup> ·K)/W (pi <sup>2</sup> ·°F·h/Btu)		RSI effective, en (m <sup>2</sup> ·K)/W	2,78	2,97	3,08	3,85
	Isolant dans la cavité	Matériaux continus	Mur entier	Résistance thermique nominale minimale <sup>(1)</sup> , en (m <sup>2</sup> ·K)/W, à compenser par un isolant, un revêtement intermédiaire <sup>(2)</sup> ou d'autres matériaux et des coefficients de films d'air			
Ossature de bois de 38 x 140 mm, espacement entre axes de 406 mm	3,34 (R19) <sup>(3)</sup>	Aucune	2,36	0,42 <sup>(4)</sup>	0,61	0,72	1,49
		1,32 (R7.5)	3,68	—	—	—	0,17
	3,87 (R22)	Aucune	2,55	0,23	0,42	0,54	1,30
		0,88 (R5)	3,43	—	—	—	0,42
4,23 (R24)	Aucune	2,66	0,12	0,30	0,42	1,18	

# Isolation – calcul de la résistance thermique

		(m <sup>2</sup> ·K)/W	
EXTÉRIEUR	• Coefficient du film d'air extérieur	0,03	
	• Bardage en métal	0,11	
	• Revêtement interm. extérieur, plaques de plâtre (12,7 mm)	0,08	
INTÉRIEUR	• Poteaux RSI <sub>O</sub> = 1,19 (m <sup>2</sup> ·K)/W Aire de l'ossature = 23 %	2,36	
	• Isolation RSI <sub>C</sub> = 3,34 (m <sup>2</sup> ·K)/W Aire de la cavité = 77 %		
	<b>RSI combinée pour la portion ossature :</b>		<b>2,36</b>
	• Mur en plaques de plâtre (12,7 mm)	0,08	
	• Coefficient du film d'air intérieur	0,12	
<b>RSI<sub>eff</sub> =</b>		<b>2,78</b>	

Diagramme de calcul de la résistance thermique combinée pour la portion ossature :

- La résistance thermique combinée pour la portion ossature est de 2,36 (m<sup>2</sup>·K)/W.
- La résistance thermique combinée pour la portion ossature est de 2,36 (m<sup>2</sup>·K)/W.
- La résistance thermique combinée pour la portion ossature est de 2,36 (m<sup>2</sup>·K)/W.
- La résistance thermique combinée pour la portion ossature est de 2,36 (m<sup>2</sup>·K)/W.

# Ensembles transparents – caractéristiques thermiques exigées

- Fenêtres, portes et lanterneaux
  - Composants de fenêtrage fabriqués en usine
    - Coefficient de transmission thermique global maximal ( $U = 1/RSI$ ), ou
    - Valeurs de rendement énergétique (RE) minimales (ne s'applique pas aux lanterneaux)
  - Spécifications prescriptives pour les fenêtres construites sur place

# Isolation – fenêtres, portes et lanterneaux

- Coefficient U – exigences pour les fenêtres, les portes et les lanterneaux

Composant	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7a	Zone 7b	Zone 8
	<3000	3000 à 3999	4000 à 4999	5000 à 5999	6000 à 6999	≥7000
	Coefficient de transmission thermique global maximal (USI) en W/m <sup>2</sup> °C					
<b>Portes et fenêtres</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
<b>Lanterneaux</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>

- Rendement énergétique (RE) – exigences pour fenêtres et portes

Composant	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7a	Zone 7b	Zone 8
	<3000	3000 à 3999	4000 à 4999	5000 à 5999	6000 à 6999	≥7000
	Rendement énergétique minimal					
<b>Portes et fenêtres</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>29</b>

- Exceptions

- Contre-portes (exemptées)
- Porte avant et trappes d'accès comble sous toit/vide sanitaire  $U_{max} = 2,6 \text{ W/M}^2\text{k}$
- Ensembles en briques de verre jusqu'à 1,85 m<sup>2</sup>  $U_{max} = 2,9 \text{ W/M}^2\text{k}$
- Portes de garage  $RSI = 1,1 \text{ m}^2\text{K/W}$

# Isolation – fenêtres, portes et lanterneaux

- Solution de rechange prescriptive pour les fenêtres faites sur place

Composants	Description du composant	Méthodes de conformité							
		Zones climatiques 4 et 5 ≤ 3999 DJC			Zones climatiques 6 et 7A 4000 à 5999 DJC			Zones climatiques 7B et 8 ≥ 6000 DJC	
		1	2	3	1	2	3	1	2
Cadre	Non métallique	✓	✓	—	✓	✓	—	✓	✓
	Métallique isolé thermiquement	—	—	✓	—	—	✓	—	—
Vitrage	Double	—	✓	—	—	—	—	—	—
	Triple	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	À remplissage d'argon	—	✓	—	✓	—	✓	—	✓
Revêtement à faible émissivité	Aucun	✓	—	—	—	—	—	—	—
	Nombre de couches, ≤ 0,10	—	≥ 1	—	—	—	—	≥ 2	—
	Nombre de couches, ≤ 0,20	—	—	2	≥ 1	2	≥ 2	—	≥ 2
Intercalaire	Dimensions, en mm	12,7	—	12,7	≥ 12,7	12,7	≥ 12,7	≥ 12,7	≥ 12,7
	Non métallique	—	✓	—	—	—	—	—	—

- Fenêtres faites ou assemblées sur place et non soumises à des essais CSA A440 (NAFS)
- Typiquement, dans les maisons construites sur mesure ou pour des situations spécifiques où des unités manufacturées ne sont pas disponibles
- Les exigences ne s'appliquent pas à la construction des murs rideaux



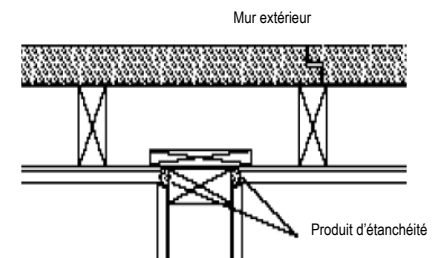
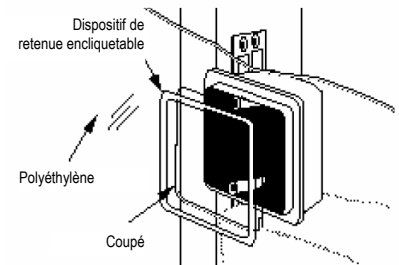
# Étanchéité à l'air – deux options de conformité

## 1. Détails de construction prescriptifs

- Considèrent différentes approches (poly, cloison sèche étanche à l'air, mousse en vaporisateur, revêtement intermédiaire extérieur, murs en rondins)
- Tiennent compte des pénétrations et des jonctions types
- Exigences générales
  - Conformité, exemptions, renvois (9.25.3.)
  - Valeurs des matériaux, continuité, produits d'étanchéité

# Étanchéité à l'air – méthode de conformité prescriptive

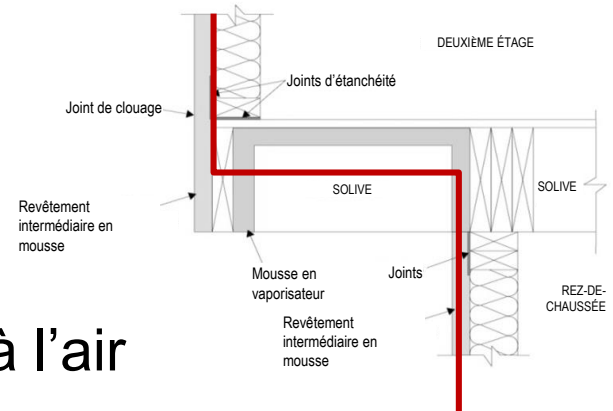
- Détails de construction spécifiques
  - Prises électriques et interrupteurs
  - Lisses d'assise
  - Interface fenêtre-mur
  - Saillies
  - Détails des murs mitoyens
  - Cheminée et pénétrations de conduits
  - Coffrages à béton isolants (sommet de mur et plafond de comble sous toit)



# Étanchéité à l'air – deux options de conformité

## 2. Utilisation d'ensembles soumis à des essais

- Ensemble conforme à la norme ULC S742, Ensembles d'étanchéité à l'air
- Ensemble testé conformément à la norme ASTM 2357  $< 0,2 \text{ L/sm}^2$  (il n'est pas nécessaire que le matériau du système d'étanchéité à l'air soit conforme à la norme ULC S741)
- Fournit les détails des jonctions (instructions des fabricants)



# Remplacement simple

- Utilisation de l'approche « A sur R » (CMNEH 1997)

$$\sum_{i=1}^n \frac{A_{ir}}{R_{ir}} \geq \sum_{i=1}^n \frac{A_{ip}}{R_{ip}}$$

- Trois options de remplacement

- Opaque-opaque

les aires demeurent les mêmes

- Transparent-transparent

- Limitées aux échanges à l'intérieur d'une même orientation

- Opaque-transparent

- Aire des fenêtres réduite pour une isolation réduite du comble sous toit
- Limitées aux maisons/bâtiments fabriqués en usine (FDWR maximum 15 %)

# Remplacement simple – limitations générales

- Les murs et les toits à comble ne peuvent pas être réduits en deçà de 55 % de la valeur R requise
- Les autres ensembles opaques ne peuvent pas être réduits en deçà de 60 % des valeurs R requises
- Ne peuvent pas s'appliquer aux ensembles chauffés
- Ne peuvent pas s'appliquer aux composants et aux ensembles déjà exemptés



# Des questions?

[www.codesnationaux.cnrc.gc.ca](http://www.codesnationaux.cnrc.gc.ca)

Merci



Conseil national  
de recherches Canada

National Research  
Council Canada

Canada