



MORRISON HERSHFIELD

Maximiser la performance thermique des enveloppes du bâtiment pour répondre aux nouvelles exigences du code de l'énergie

Anik Teasdale-St-Hilaire, P.Eng., Ph.D.

29 septembre 2021 – Partie 1

ORDRE DU JOUR

PARTIE 1

- Contexte pour le nouveau code d'efficacité énergétique du bâtiment
- Exigences du nouveau code
- Déterminer la performance thermique globale

PARTIE 2

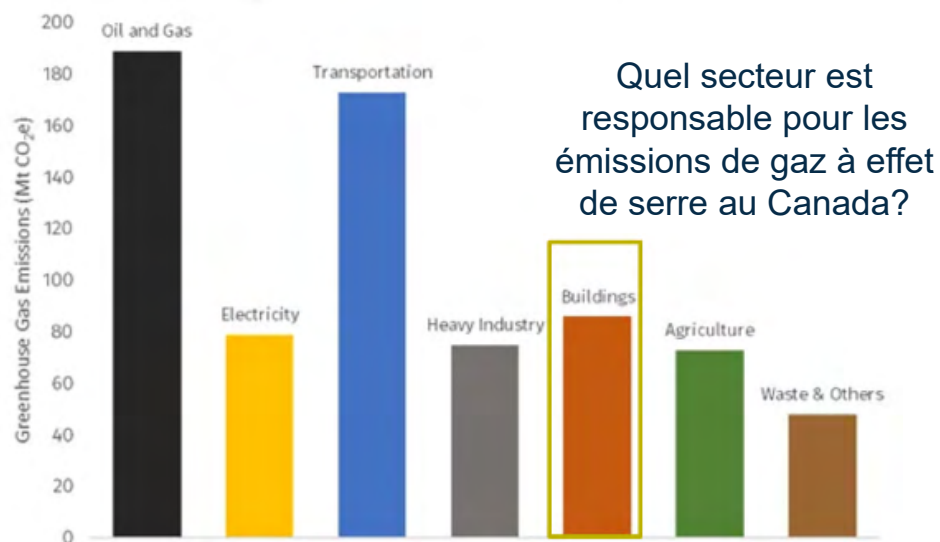
- Maquettes d'enveloppes performantes
- Optimisation de la conception des assemblages muraux
- Autres paramètres de conception

Contexte

CONTEXTE

Cadre pancanadien sur les changements climatiques

- Réduction de 30 % par rapport aux niveaux d'émissions de gaz à effet de serre (GES) de 2005
- Engagement du gouvernement fédéral pour faire en sorte que les provinces et les territoires aient la liberté d'élaborer leurs propres politiques et programmes en vue d'atteindre leurs objectifs de réduction des émissions



Data source: Environment and Climate Change Canada (2015)

CADRE PANCANADIEN



sur la croissance propre et les
changements climatiques

Plan canadien de lutte contre les changements climatiques
et de croissance économique

CONTEXTE

1. Rendre les nouveaux bâtiments plus éconergétiques

Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux travailleront ensemble pour élaborer et adopter, dès 2020, des codes de construction de plus en plus stricts avec pour objectif de faire en sorte que l'ensemble des provinces et des territoires adoptent dès 2030 un code de construction « à consommation énergétique nette zéro ». Ces codes de construction tiendront compte des différences régionales. Un investissement soutenu du gouvernement fédéral dans la recherche, le développement et la démonstration, en collaboration avec l'industrie, aidera à réduire les coûts technologiques au fil du temps.

CADRE PANCANADIEN



sur la croissance propre et les
changements climatiques

Plan canadien de lutte contre les changements climatiques
et de croissance économique

CONTEXTE

Qu'est-ce le Cadre signifie pour les bâtiments?

- Rendre les nouveaux bâtiments plus **écoénergétiques** – consommation énergétique « **nette zéro** »
- **Codes et normes** d'efficacité énergétique **plus stricts**
- **Rénover** les bâtiments existants et changer de combustible
- **Construire** en fonction des **phénomènes météorologiques extrêmes**



CONTEXTE

Bénéfices des enveloppes performantes:

- Charge de chauffage/climatisation plus stable – réduction de complexité & capacité des systèmes mécaniques
- Amélioration de confort thermique
- Résistance à la condensation
- Systèmes plus durables, meilleure qualité
- Rendre les enveloppes à l'épreuve du futur – les rénovations sont coûteuses!

CADRE PANCANADIEN



sur la croissance propre et les
changements climatiques

Plan canadien de lutte contre les changements climatiques
et de croissance économique

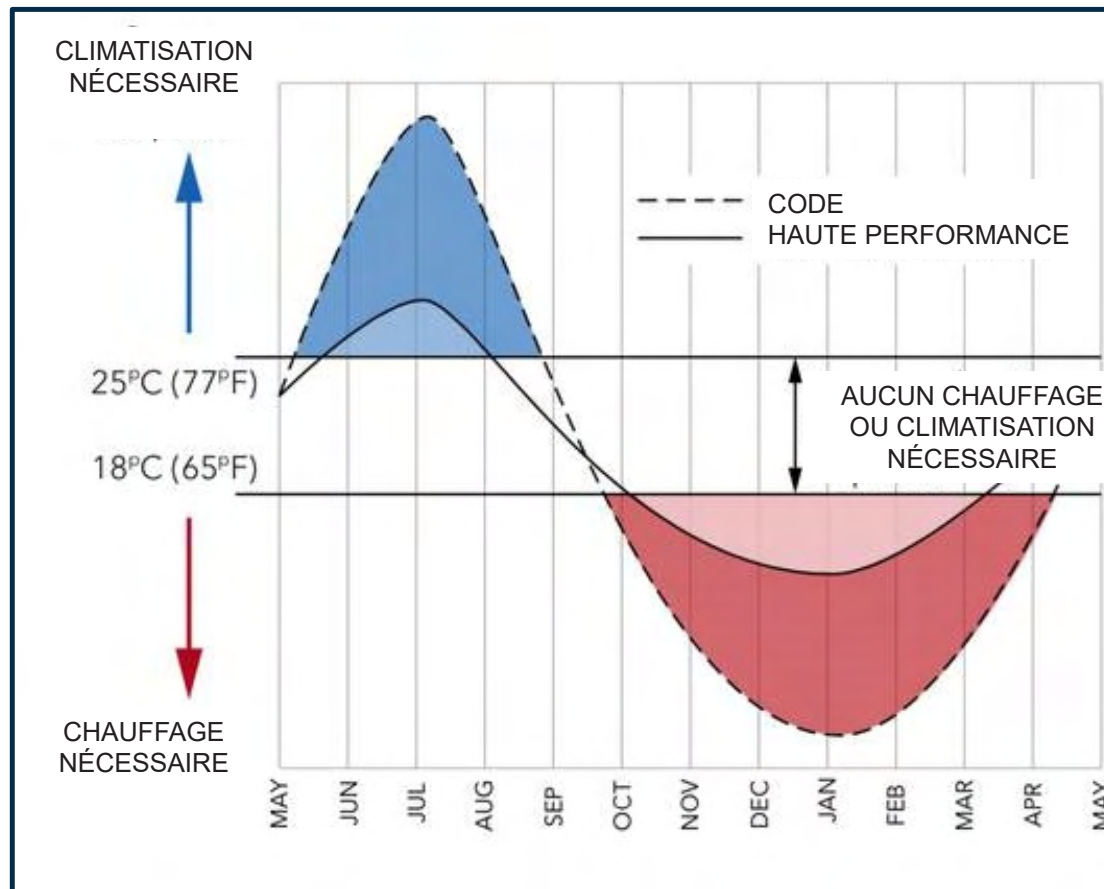
CONTEXTE

Bénéfices d'enveloppes performantes:

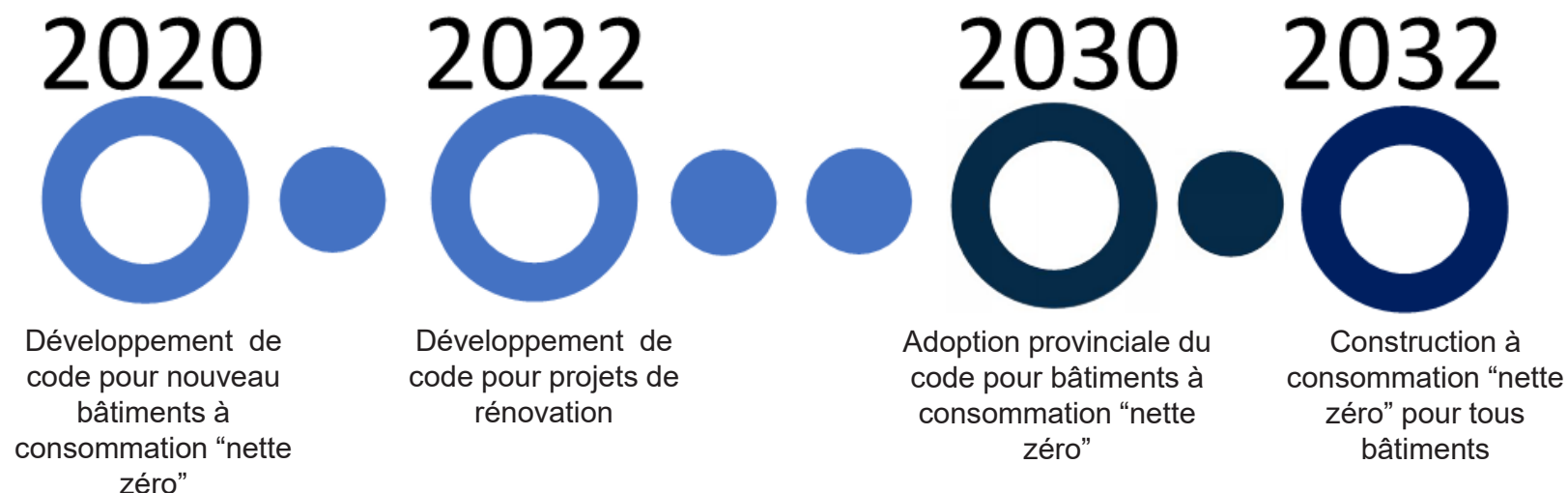
- Bénéfice acoustique dû à l'augmentation de l'épaisseur de l'isolation
- Réductions en émissions de gaz à effet de serre – même pour source de carburant à plus haute teneur en carbone
- Résilience thermique – espace plus confortable pendant panne d'électricité, panne mécanique ou température extérieure extrême



CONTEXTE



CONTEXTE



Chronologie pour bâtiments prêts à consommation "nette zéro" au Canada

Qu'est-ce ceci implique au niveau de la construction des bâtiments?

**Québec –
Chapitre I.1:
Code d'efficacité énergétique
pour les bâtiments
2020**

Sondage 1:

Avez-vous travaillé avec le nouveau code d'efficacité énergétique du bâtiment ou le CNÉB 2015 ou 2017?

- Oui
- Non

**Code de construction du Québec,
Chapitre I.1 – Efficacité énergétique
du bâtiment, et Code national de
l'énergie pour les bâtiments –
Canada 2015 (modifié)**

Publié par le
Conseil national de recherches du Canada

La présente publication a été rendue possible grâce
au soutien technique et financier de :

 Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada

**Code national de l'énergie
pour les bâtiments – Canada
2017**

Publié par la
Commission canadienne des codes du bâtiment
et de prévention des incendies
Conseil national de recherches du Canada

La présente publication a été rendue possible grâce
au soutien technique et financier de :

 Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

- En vigueur depuis 27 juin, 2020
- Basé sur CNEB 2015, 1ère impression
- S'applique aux nouveaux bâtiments visés par le Chapitre B-1.1, incluant bâtiments neufs
- S'applique aux travaux d'agrandissement d'un bâtiment existant, où:
 - Le bâtiment et son agrandissement ont une aire de plus de 600 m²
 - A une hauteur de plus de 3 étages (au sens du CNB), ou,
 - N'abrite pas uniquement des logements

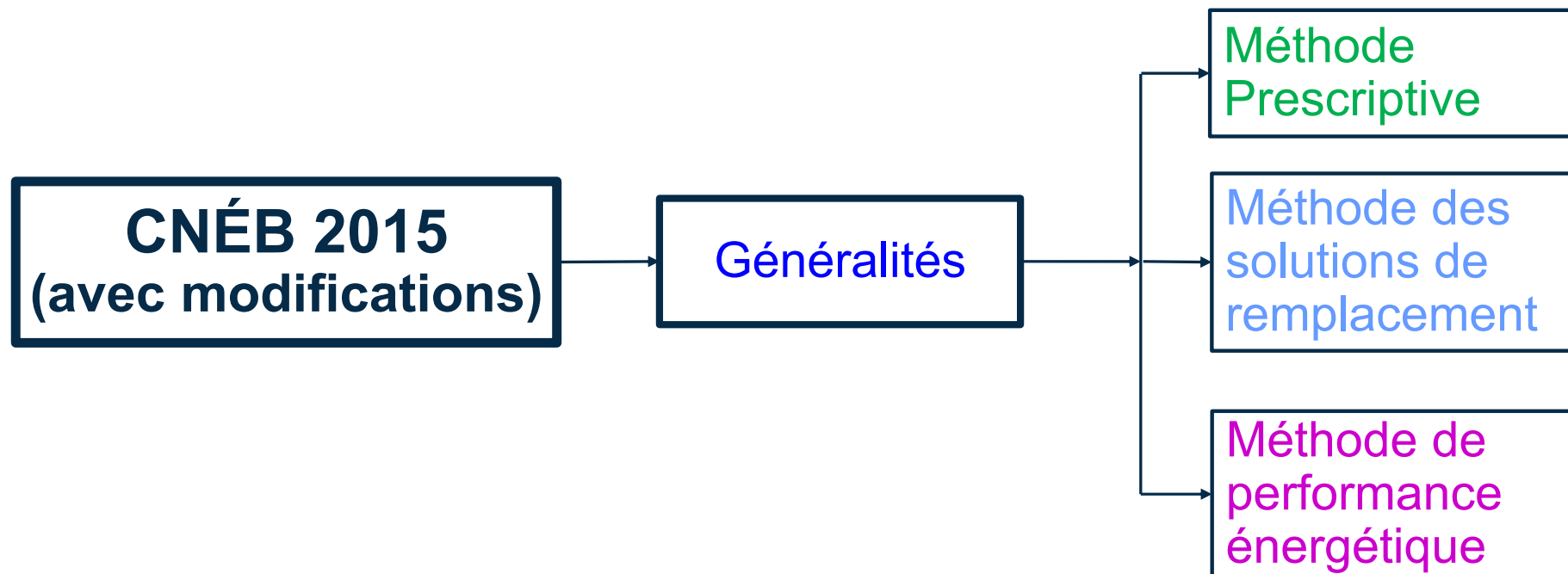
**Code de construction du Québec,
Chapitre I.1 – Efficacité énergétique
du bâtiment, et Code national de
l'énergie pour les bâtiments –
Canada 2015 (modifié)**

Publié par le
Conseil national de recherches du Canada

La présente publication a été rendue possible grâce
au soutien technique et financier de :

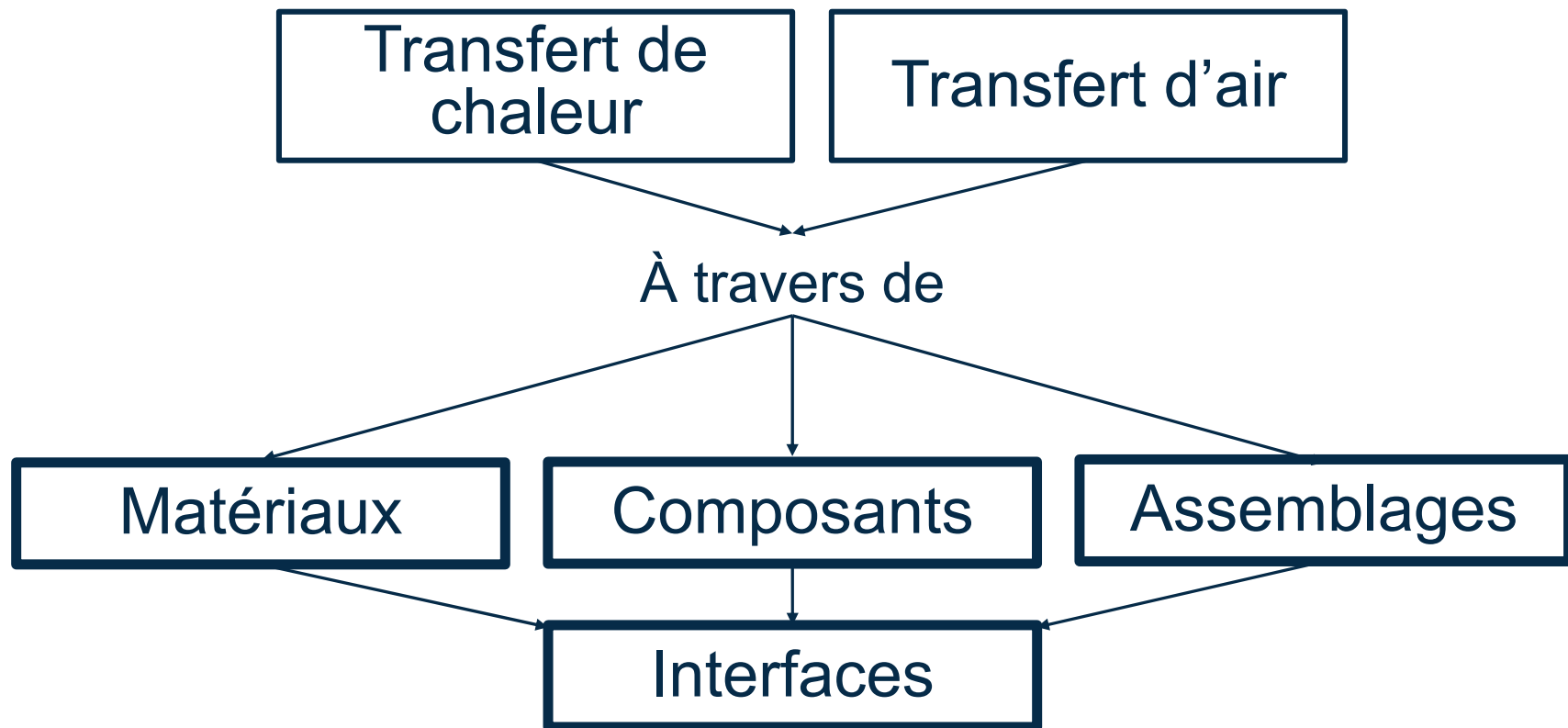
	Ressources naturelles Canada	Natural Resources Canada
---	---------------------------------	-----------------------------

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT



NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Généralités – Objet:

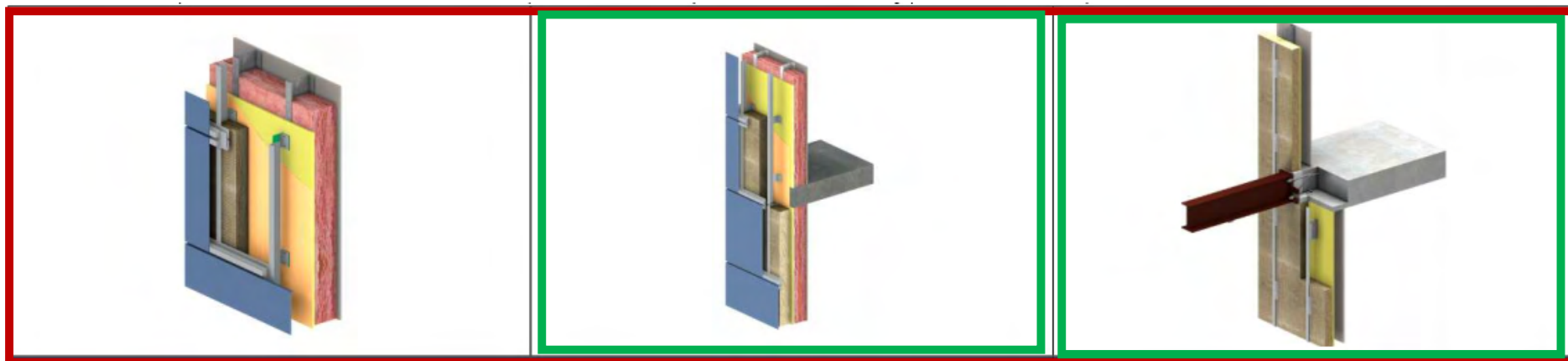


NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Le nouveau code tient compte de la performance thermique de l'enveloppe en répondant à trois types de conditions:

NOUVEAU

NOUVEAU



Transmission de chaleur à travers un assemblage

Transmission de chaleur linéaire

Transmission de chaleur à travers un point précis

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Généralités:

- Méthodes pour déterminer caractéristiques thermiques de
 - Matériaux
 - Fenêtrage et portes
 - Sections opaques de murs-rideaux
 - Autres ensembles de construction (e.g. assemblages muraux opaques)

3.1.1.5.



NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

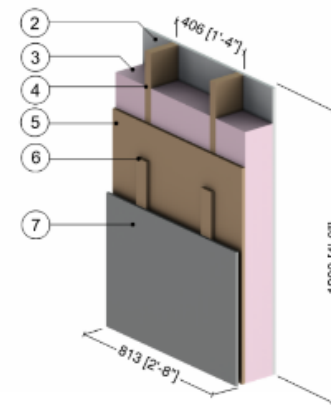
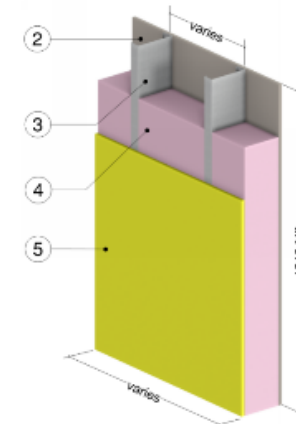
Généralités:

Notez bien!

- Pour assemblages muraux à **ossature métallique**,
 - Méthode ISO 6946 est valide
 - Méthode de calcul des plans isothermes n'est PAS valide
- Pour assemblages muraux à **ossatures en bois**,
 - Méthode de calcul des plans isothermes EST valide

(Voir nouveau code pour modification au CNEB, A3.1.1.5.(5))

***Aussi: Simulations numériques par éléments finis sont permises



3.1.1.5.(5)

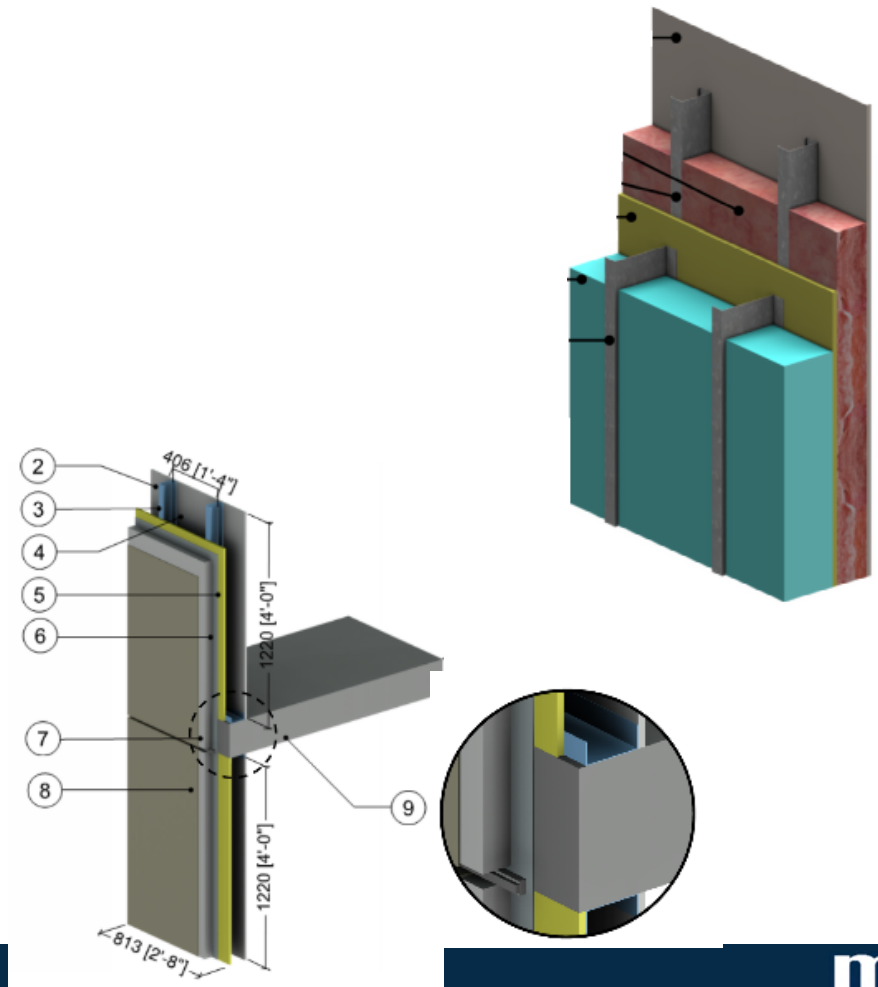
NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Généralités:

- Calculs de la résistance thermique effective, doit tenir compte de:
 - Éléments continus (e.g. revêtement intermédiaire)
 - Éléments d'ossature répétitifs (e.g. poteaux, solives, montants et barres résilientes)
 - Éléments d'ossature secondaire (e.g. linteaux, lisses et sablières)

3.1.1.7.(1)

***MAIS...



NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Généralités:

Il n'est **pas** nécessaire de tenir compte du pont thermique créé par éléments d'ossature principaux que pénètre partiellement un ensemble de construction opaque si la diminution de la résistance thermique effective n'est pas plus de 50% de la valeur exigée à la section 3.2 (méthode prescriptive).

3.1.1.7.(2)

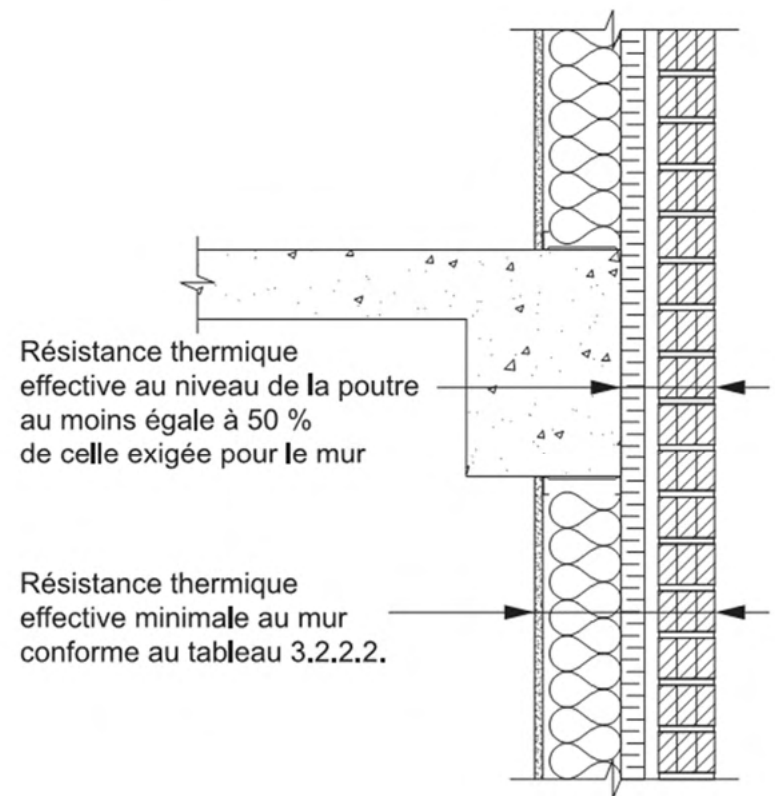


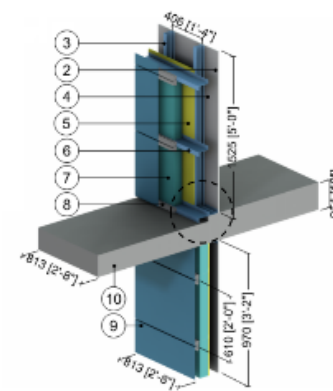
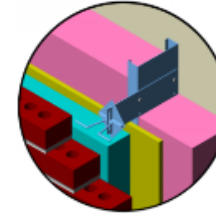
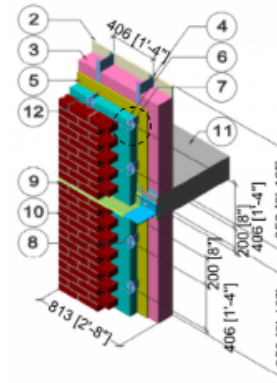
Figure A-3.1.1.7. 2)

Continuité de l'isolation au niveau des poutres ».

Généralités:

- Il n'est **pas** nécessaire de tenir compte du pont thermique créé par
 - Tuyaux, conduits, appareils avec évacuation, équipements CVCA
 - Attaches et ancrages mineurs (e.g. vis, ancrages à maçonnerie, etc.)
 - Dispositifs d'ancrage linéaires (e.g. cornières d'appui pour maçonnerie)
 - Éléments d'ossature majeurs (e.g. dalles de balcons, poutres, poteaux, ...)

3.1.1.7.(3)



}

LORSQUE

ces pénétrations
sont conformes aux
exigences de
3.2.1.2 (méthode
prescriptive)

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

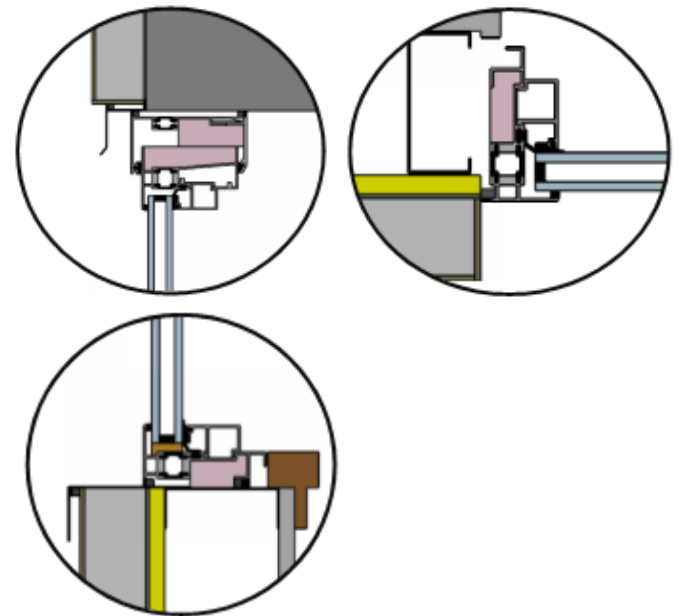
Généralités:

- Il n'est **pas** nécessaire de tenir compte de l'effet des transitions entre systèmes (e.g. joints entre murs et fenêtrage)

LORSQUE

Ils sont conformes
aux exigences de
3.2.1.2 (méthode
prescriptive)

3.1.1.7.(6)

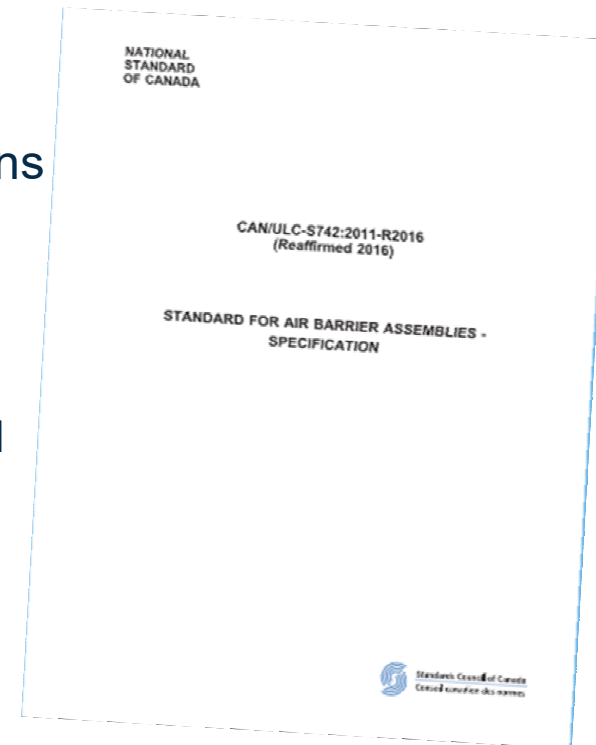


NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Généralités – Étanchéité à l'air

■ Exigences pour :

- Ensembles de construction opaques, autre que les sections opaques de murs-rideaux :
 - CAN//ULC-S742, ou
 - ASTM E2357 (restrictions)
- Fenêtrage, autre que sections vitrées des murs-rideaux :
 - AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440 (NAFS) et CSA A440S1 «Supplément canadien »
- Murs-rideaux :
 - ASTM E283
- Portes :
 - ASTM E283
 - Aux normes AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440 (NAFS) et CSA A440S1 «Supplément canadien »



3.1.1.8

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive:

- Méthode la plus simple mais aussi la plus restrictive
- Le code dicte généralement les exigences énergétiques minimales

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive:

Généralités

Composants
hors sol

Assemblages en
contact avec le sol

Étanchéité à l'air

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

■ Protection des matériaux isolants



3.2.1.1.(1)

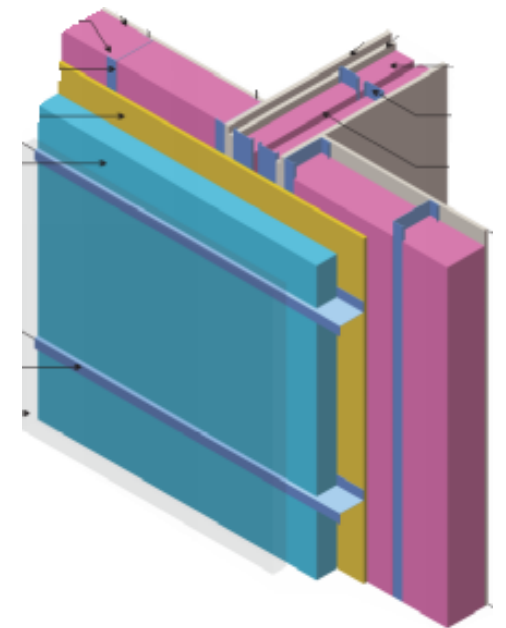
NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

- Continuité de l'isolation:
 - Aux ensembles de construction intérieurs, e.g.:
 - Cloisons
 - Principaux éléments d'ossature
- Qui pénètrent partiellement l'enveloppe

3.2.1.2.(1)

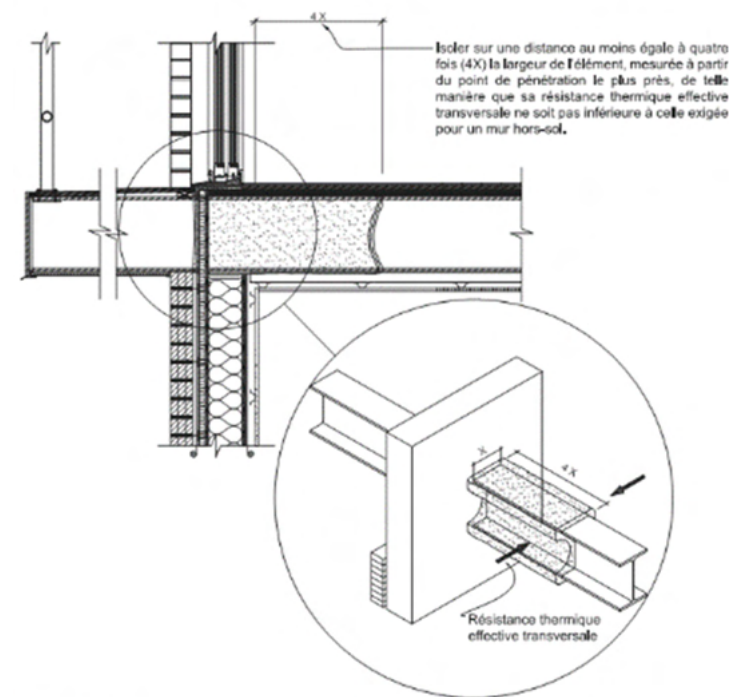
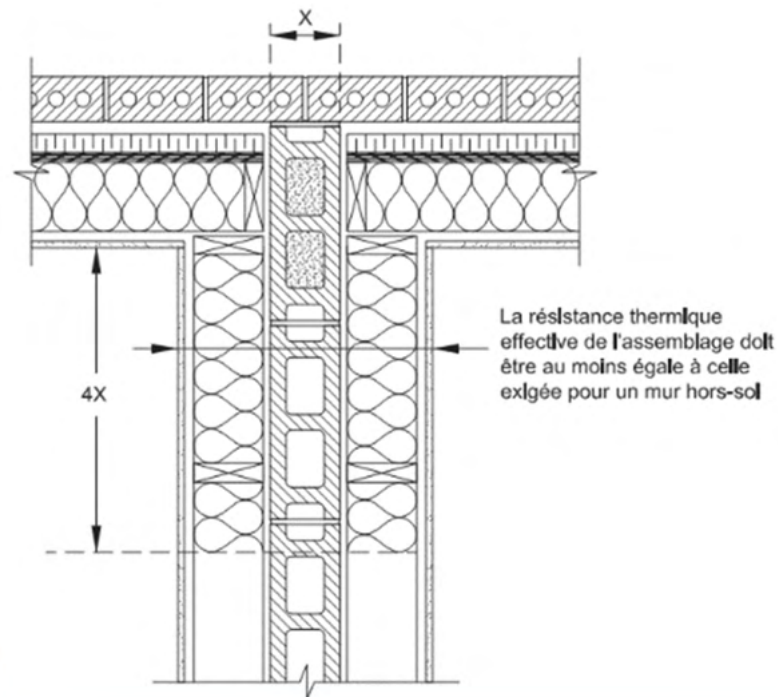
(Sous réserve des paras. 2) à 7) et 9))



NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

■ Continuité de l'isolation: Exemples d'exigences prescriptives



3.2.1.2.(3)(a)

Figure A-3.2.1.2. 3)-B

Exemple d'une poutre structurale constituant une pénétration isolée sur toutes ses faces conformément aux dispositions de l'alinéa 3.2.1.2. 3)a)

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

■ Continuité de l'isolation: Exemples d'exigences prescriptives

3.2.1.2.(3)(b)

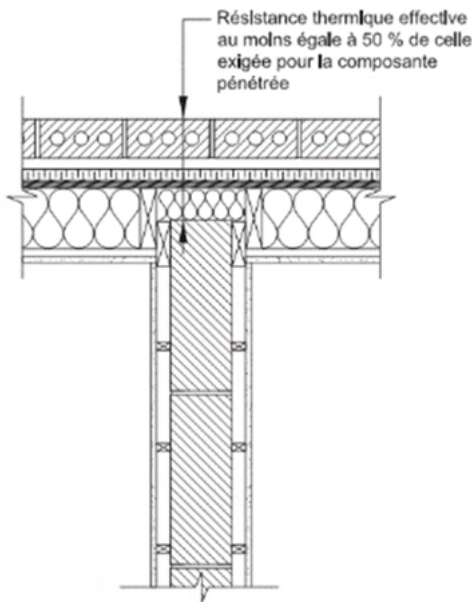
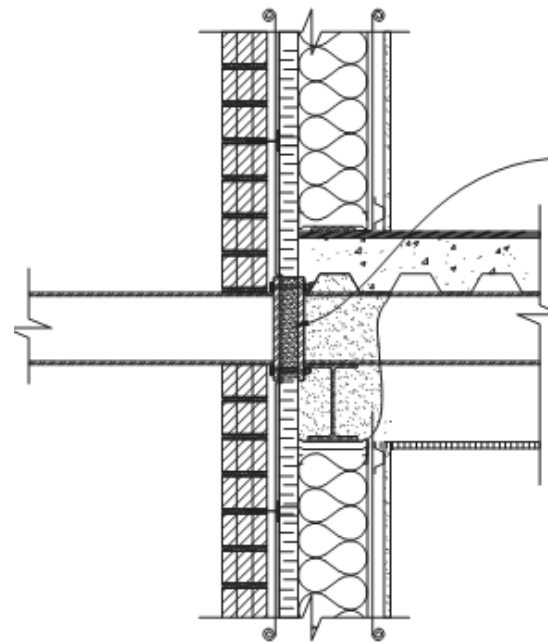


Figure A-3.2.1.2. 3)-C

Exemple d'un mur mitoyen constituant une pénétration isolée dans le plan de l'isolant du mur extérieur conformément aux dispositions de l'alinéa 3.2.1.2. 3)b)



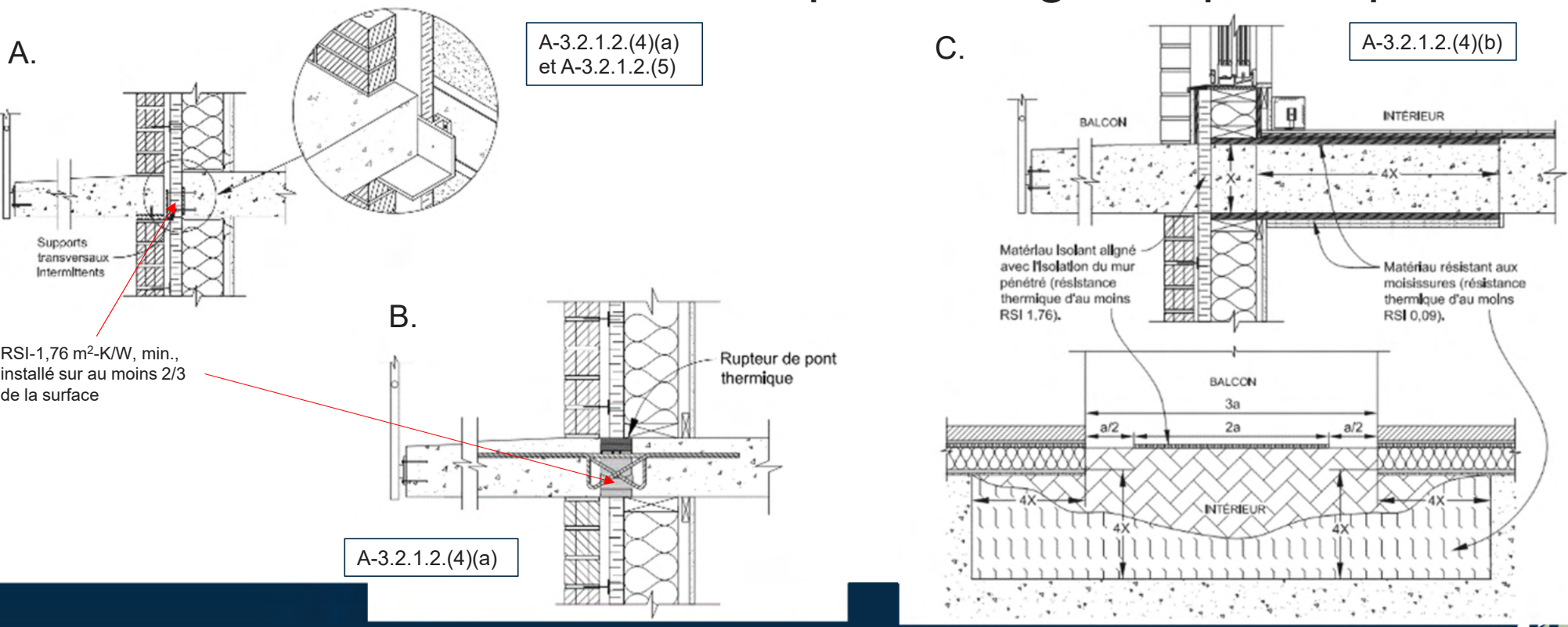
Rupteur de ponts thermiques structural :

- d'une résistance thermique effective au moins égale à 50 % de celle exigée pour la composante pénétrée; ou
- qui limite la déperdition thermique ponctuelle au niveau de la pénétration à au plus 0,5 W/K.

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

■ Continuité de l'isolation: Exemples d'exigence prescriptives



NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

- Continuité de l'isolation:
 - Jonctions entre ensembles de construction, e.g. jonction mur/fenêtrage et joint de dilatation 3.2.1.2.(6)
 - Séparation de 2 plans d'isolation par l'enveloppe 3.2.1.2.(7)
 - Éléments creux d'un mur de maçonnerie doivent être remplis de coulis 3.2.1.2.(8)
 - Exceptions 3.2.1.2.(9)

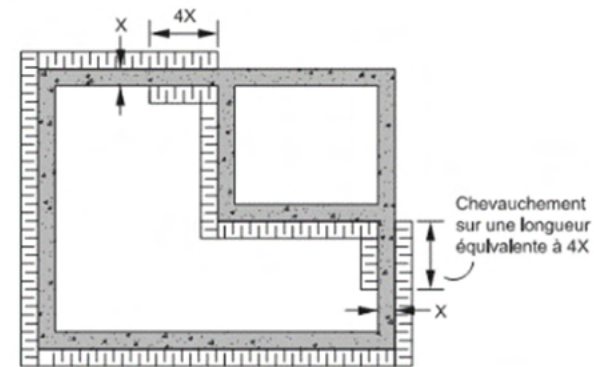


Figure A-3.2.1.2. 7)
Chevauchement des plans d'isolation conformément au paragraphe 3.2.1.2. 7)

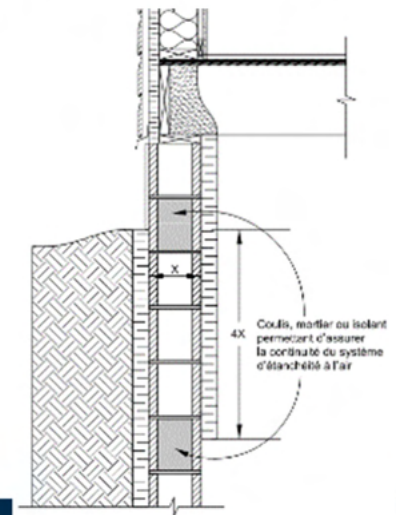
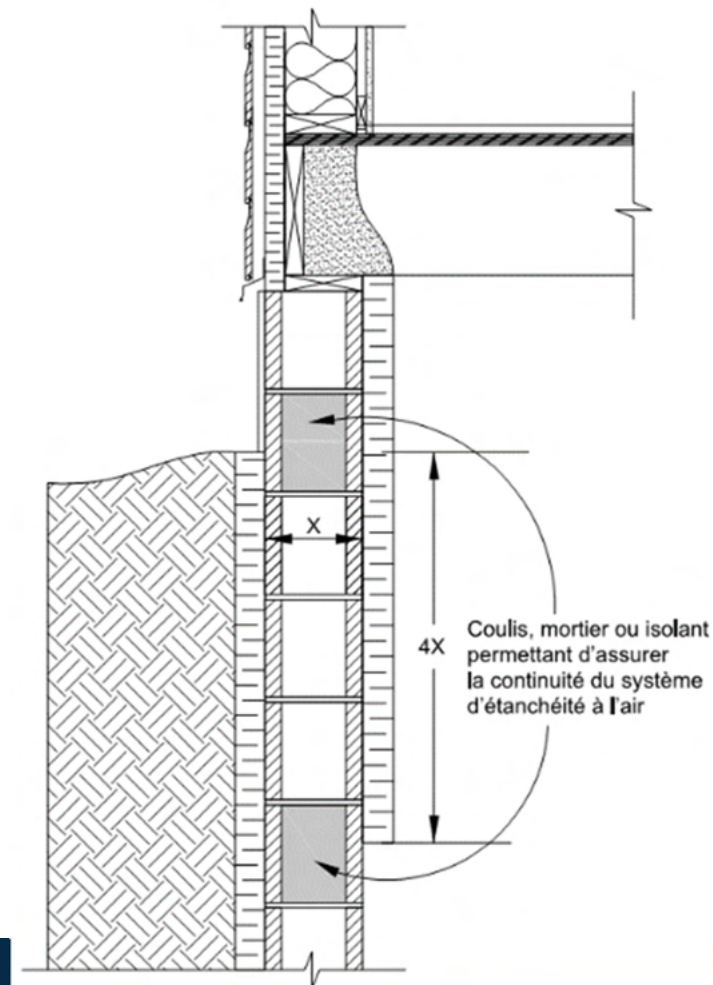


Figure A-3.2.1.2. 8)
Chevauchement des plans d'isolation pour les murs de maçonnerie à éléments creux

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

- Continuité de l'isolation:
Exemples d'exigence prescriptives



A-3.2.1.2.(8)

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Généralités:

- Aire admissible totale du fenêtrage et des portes $\leq 40\%$ de l'aire brut des murs
- Aire admissible totale des lanterneaux: Moins de 3% de l'aire brute du toit
- Exception pour agrandissements dont la surface est d'au plus 200 m^2 et dont le % d'ouverture excède les valeurs prescrites

A-3.2.1.4

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Assemblages hors sol:

Tableau 3.2.2.2.
Résistance thermique effective des ensembles de construction opaques hors sol
Faisant partie intégrante des paragraphes 3.2.2.2. 1) et 2)

Code précédent:
Montréal (3.4/R-19.3)
Québec (3.6/R-20.4)

Ensemble de construction opaque hors sol	Degrés-jours de chauffage sous 18 °C pour l'emplacement du bâtiment ⁽¹⁾ , en degrés-jours Celsius					
	Zone 4 : < 3000	Zone 5 : 3000 à 3999	Zone 6 : 4000 à 4999	Zone 7A : 5000 à 5999	Zone 7B : 6000 à 6999	Zone 8 : ≥ 7000
	Résistance thermique effective minimale, RSI_E , en $m^2 \cdot K/W$					
Murs	3,60	3,60	3,60 (R-20.4)	3,60 (R-20.4)	4,05	4,05
Toits	5,46	5,46	5,46	5,46	6,17	6,17
Planchers	5,46	5,46	5,46	5,46	6,17	6,17

3.2.2.2.(1) et (2)

⁽¹⁾ Voir le paragraphe 1.1.4.1. 1).

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Assemblages hors sol:

- Murs de fondation:
 - Parties hors sol de murs de fondation dont moins de 50% est exposée à l'air extérieur doit être au moins égale aux valeurs dans tableau 3.2.3.1:

« Tableau 3.2.3.1.
Résistance thermique effective des ensembles de construction en contact avec le sol
Faisant partie intégrante des paragraphes 3.2.3.1. 1) et 4), et 3.2.3.2. 1)

Ensemble en contact avec le sol	Degrés-jours de chauffage sous 18 °C pour l'emplacement du <i>bâtiment</i> ⁽¹⁾ , en degrés-jours Celsius					
	Zone 4 : < 3000	Zone 5 : 3000 à 3999	Zone 6 : 4000 à 4999	Zone 7A : 5000 à 5999	Zone 7B : 6000 à 6999	Zone 8 : ≥ 7000
	Résistance thermique effective minimale, RSI_E , en $m^2 \cdot K/W$					
Murs	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64
Toits	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64

3.2.3.1.(1)

⁽¹⁾ Voir le paragraphe 1.1.4.1. 1). »;

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode prescriptive – Étanchéité à l'air:

- Enveloppe doit comporter système d'étanchéité à l'air
 - Taux de fuite $\leq 0.2 \text{ L}/(\text{s-m}^2)$
mesuré sous ΔP de 75 Pa 3.2.4.2
 - Mesuré selon CAN/ULC-S742 ou
ASTM E2357 (avec conditions) 3.1.1.8



Continuité du système
de pare-air

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode des solutions de remplacement:

- Offre plus de souplesse
- Permet de modifier les caractéristiques thermiques de l'enveloppe du bâtiment

Bâtiment proposé

Transfert
d'énergie de
l'enveloppe du
bâtiment proposé

$\leq$

Bâtiment de référence

Transfert d'énergie de
l'enveloppe qui est
conforme à la méthode
prescriptive

3.3.1.3

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode des solutions de remplacement:

- Restrictions – Cette méthode vise assemblages hors-sol:
 - Pénétrations dûes à mur intérieur, mur de fondation, mur coupe-feu, mur mitoyen, élément structural, ornementation ou accessoire
 - Pénétration dûe à une dalle de béton
 - Dispositifs d'ancrage linéaires, cornières d'appui pour maçonnerie, etc.
 - Jonctions, e.g. joints de dilatation ou de construction, jonction entre murs et portes/fenêtrage, etc.
 - 2 plans d'isolation séparés par un élément de l'enveloppe et qui ne se croisent pas
 - Rupteur de pont thermique faisant partie d'une pénétration ponctuelle
 - Résistance thermique des ensembles de construction hors-sol
 - Résistance thermique du fenêtrage
 - Résistance thermique des portes et trappes de visite

3.3.1.2.(1)

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode des solutions de remplacement: Conformité:

Transfert de chaleur de
l'enveloppe du
bâtiment proposé

$$\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{RSI_{Eip}} \leq \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{RSI_{Eir}}$$

Transfert de chaleur de
l'enveloppe du
bâtiment de référence

où

n = nombre total d'ensembles hors sol;

A_i = aire de l'ensemble hors sol i du *bâtiment* calculée conformément aux exigences de l'article 3.1.1.6., en m^2 ;

RSI_{Eip} = *résistance thermique effective* de l'ensemble hors sol i du *bâtiment* proposé, en $(m^2 \cdot K)/W$; et

RSI_{Eir} = *résistance thermique effective* de l'ensemble hors sol i du *bâtiment* de référence, en $(m^2 \cdot K)/W$.

3.3.1.3.(1)

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode des solutions de remplacement:

- Conformité: Lorsque les exigences de 3.2.1.2.(1) à 7) et 10) ne sont pas respectées :

$$RSI_{EDi} = \frac{1}{\frac{\sum_{j=1}^m (\Psi_j \cdot L_j) + \sum_{k=1}^n (\chi_k \cdot N_k)}{A_i} + \frac{1}{RSI_{Ei}}}$$

RSI_{EDi} = résistance thermique effective dépréciée de l'ensemble de construction opaque i du bâtiment proposé ou de référence en $(m^2 \cdot K)/W$;

Ψ_j = coefficient linéaire de transmission thermique de la jonction de type j calculé conformément au paragraphe 3.1.1.5. 7), en $W/(m \cdot K)$;

L_j = longueur de la jonction de type j , en m ;

m = nombre total de types de jonctions;

χ_k = coefficient ponctuel de transmission thermique de la pénétration de type k calculé conformément au paragraphe 3.1.1.5. 7), en W/K ;

N_k = nombre de pénétrations ponctuelles de type k ;

n = nombre total de types de pénétrations;

A_i = aire de l'ensemble de construction opaque i , calculée conformément à l'article 3.1.1.6., en m^2 ; et

RSI_{Ei} = résistance thermique effective de l'ensemble de construction opaque non dépréciée, calculée conformément à l'un des paragraphes 3.1.1.5. 5) et 6), en $(m^2 \cdot K)/W$.

3.3.1.2.(2)

NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode de performance énergétique:

- Offre le plus de flexibilité
- Comparaison entre bâtiment de référence qui rencontre exigences prescriptives et bâtiment proposé
- Permet de compenser la non-conformité aux exigences prescriptives de l'enveloppe – certaines! – par l'amélioration de performance des systèmes mécaniques et électriques
- Demande la modélisation énergétique du bâtiment
- Permet de considérer une superficie du fenêtrage $> 40\%$



NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode de performance énergétique - Restrictions

- Modifications sont permises **seulement** pour ces items:
- 3.2.1.2: Continuité de l'isolation
- 3.2.1.3: Espaces chauffés/refroidis à températures différentes
- 3.2.1.4: Aire admissible du fenêtrage et des portes
- 3.2.2.2: Caractéristiques thermiques des assemblage opaques hors sol
- 3.2.2.3: Caractéristiques thermique du fenêtrage
- 3.2.2.4: Caractéristiques thermique des portes et trappes de visite
- 3.2.3: Assemblages en contact avec le sol (sous réserve de 8.4.3.3. 7)

3.4.1.2.(1)

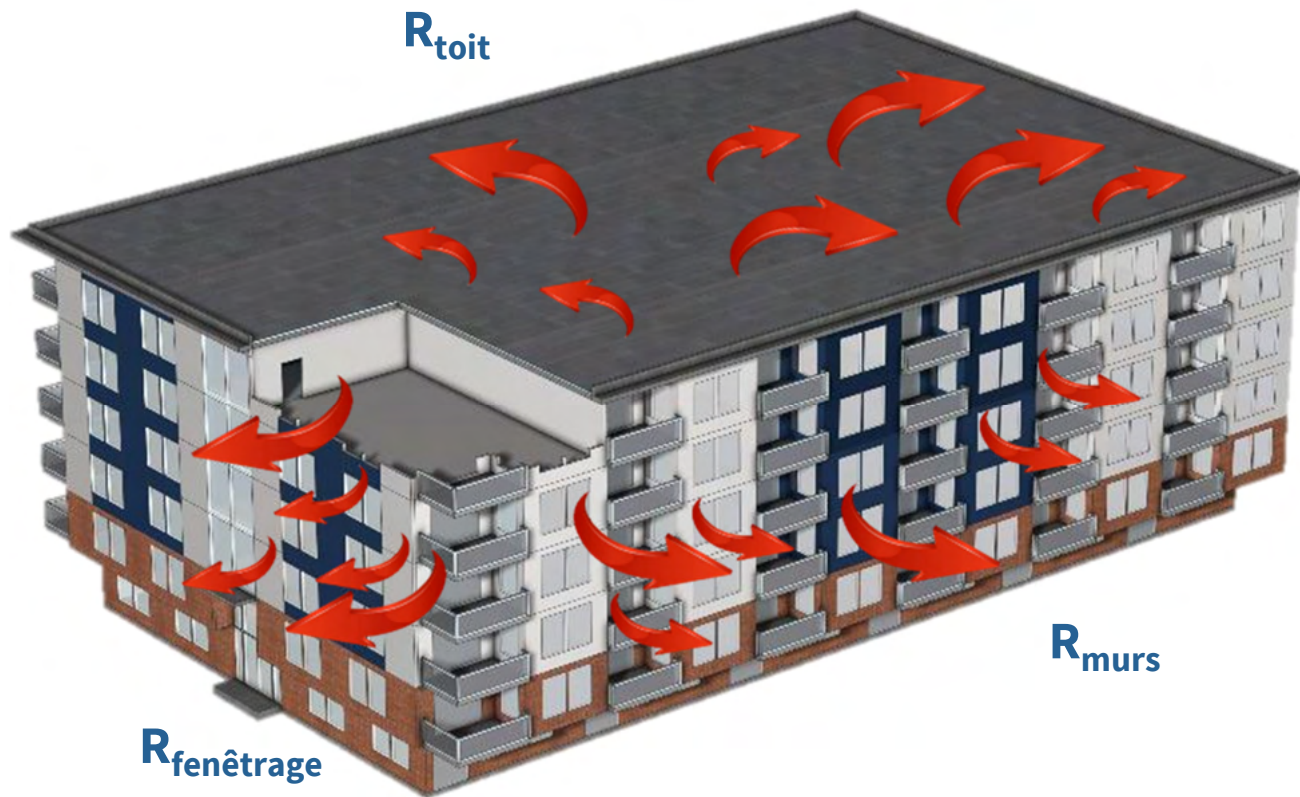
NOUVEAU CODE – EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Méthode de performance énergétique

- Tous les autres ensembles de construction doivent être conforme à la méthode prescriptive 3.4.1.2.(1)
- Il faut quantifier (déprécier) la performance thermique des assemblages et des transitions pour le bâtiments proposé et le bâtiment de référence, même pour les pénétrations et jonctions qui respectent les exigences prescriptives, pour tenir compte de l'impact des déperditions thermiques sur la consommation énergétique annuelle de chacun des bâtiments. 8.4.2.8.(4)

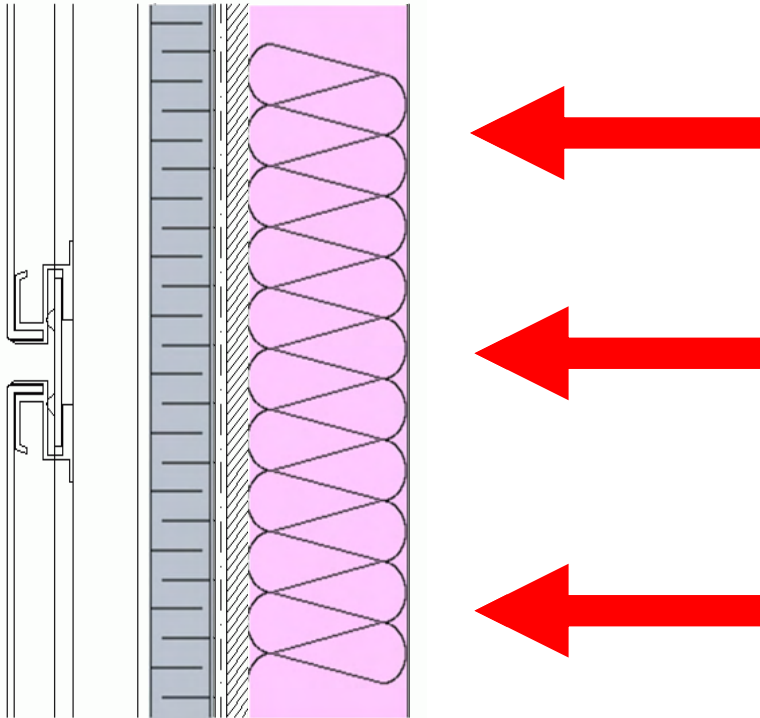
Calculer la performance thermique de l'enveloppe opaque

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE



- On caractérise nos enveloppes par leur transmission thermique (**résistance thermique R** ou **coefficient U**)
- Mesure du transfert de chaleur à travers les enveloppes
- Besoin de résistance thermique/coefficient - U pour démontrer la conformité:
 - Comparaison avec cibles prescriptives
 - Comme données pour simulations énergétiques

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE



$$U = \frac{Q}{A\Delta T}$$

$$R = \frac{1}{U}$$

U = Transmission thermique

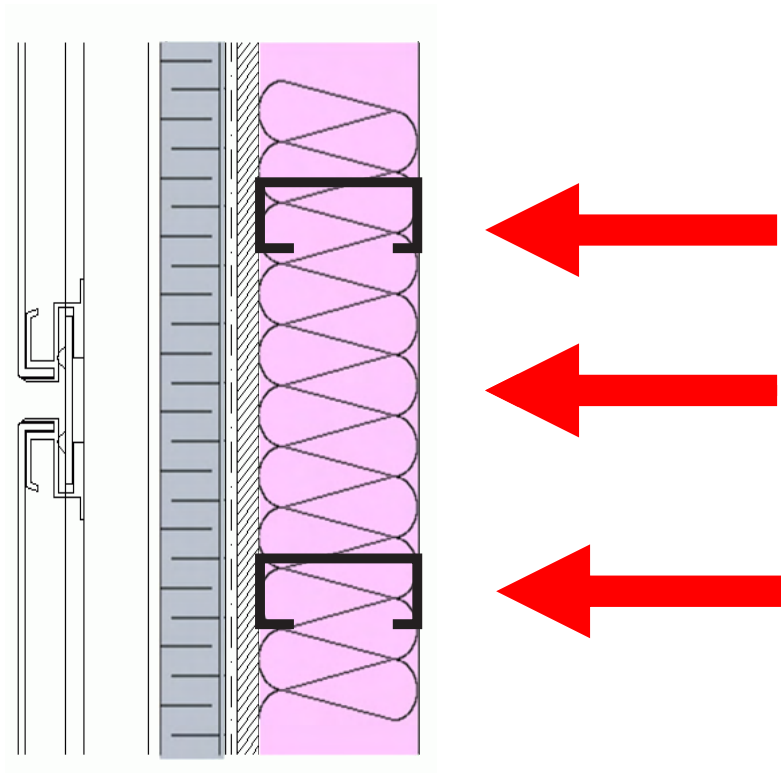
Q = Transfert de chaleur

A = Aire

ΔT = Écart de température

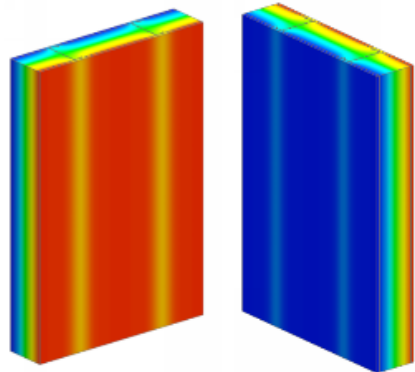
R = Résistance thermique

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE



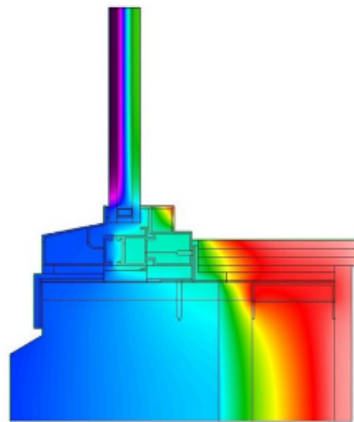
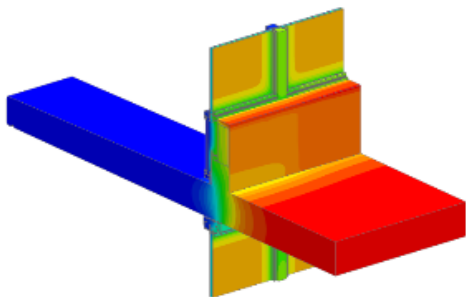
- La chaleur prend le trajet le plus simple et facile
- Les composantes d'enveloppe qui augmentent le transfert de chaleur au delà de ce que l'on détermine en 1D créent un « **pont thermique** »
- Les **résistances thermiques** ou les **coefficients U** incluent les ponts thermiques; les coefficients U 'nominaux' ne les incluent pas

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE



Vue de l'intérieur

Vue de l'extérieur

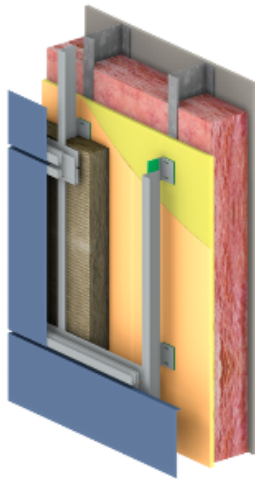


Les ponts thermiques peuvent causer:

- Augmentation de la demande de chauffage et climatisation
- Risques de condensation (dans climats frais et froids)
- Problèmes de confort chez les occupants

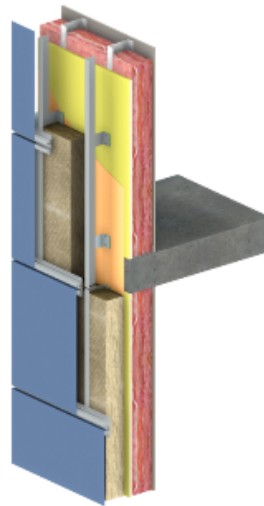
CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Transmission à travers
l'assemblage



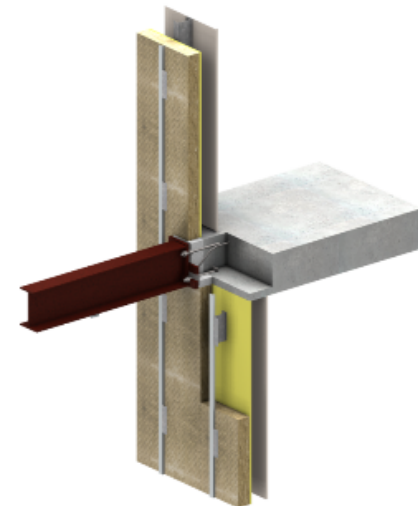
Mur, plancher, toit

Transmission
linéaire



Transitions mur-
fenêtre, mur-toit,
plancher
intermédiaire, etc.

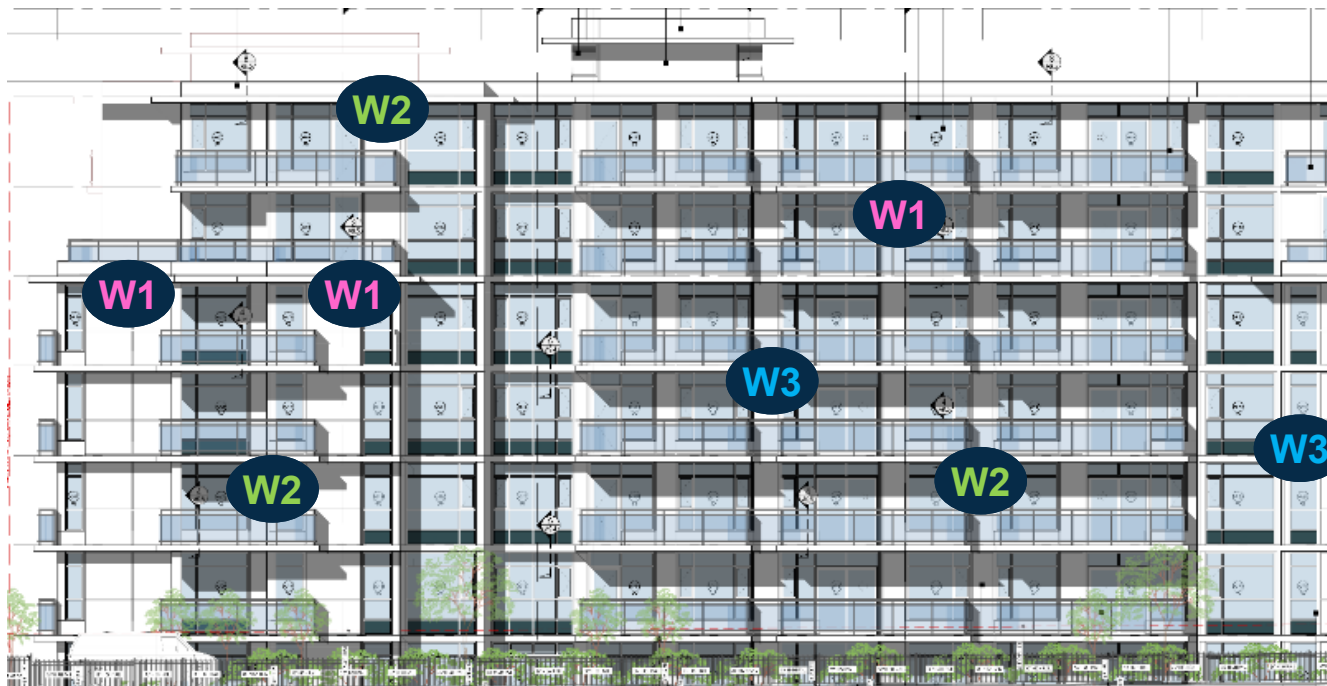
Transmission à travers
un point



Pénétration ponctuelle
à une poutre, ancrage,
etc.

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Transfert de chaleur à travers assemblage opaques

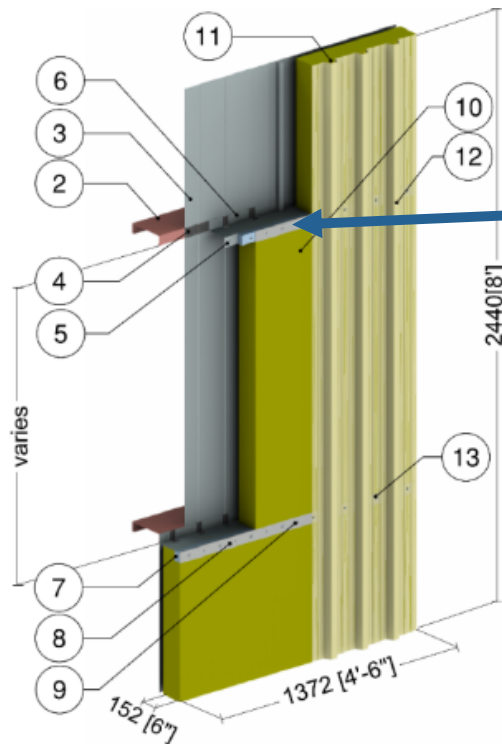


- W1 – Mur de béton exposé
- W2 – Assemblage à ossature métallique
- W3 – Panneau tympan

7/8"		EXTERIOR CONCRETE WALL w/ METAL CLADDING (INSULATED) @ ELEVATOR SHAFT & NORTH GIFT/GZ-ROOF EXTERIOR WALL @ 18 C.B.C. 2012 DIV. 8-APPENDIX D TABLE D-2.2.1 MF-TA CLADDING (REF. ELEVATIONS FOR PROFILES) VERTICAL C-SHIRT™ ASSEMBLY FOR GFT WALL SYSTEMS: 1/8" x 1/4" METAL SPRAY ON FIBERGLASS SHEET METAL FASTENERS (1/4" TAPCON® ULTRASONIC CONCRETE SCREWS) @ 16" O.C. ON THERMAL ISOLATION ASSEMBLY 4" RIGID INSULATION (MIN. 20 PSI) ELASTOMERIC COATING MIN. 1/2" CONCRETE WALL (REF. STRUCTURAL)	
7/8"		CONCRETE WALL w/ INSULATED 3/8" METAL STUD FURRING WALL BETWEEN PARKADE & INTERIORS C.B.C. 2012 DIV. 8-APPENDIX D TABLE D-2.2.1 MIN. 8" PAINTED CONCRETE WALL (SEE STRUCTURAL) 1/2" AIR SPACE 3/8" METAL STUDS @ 16" O.C. 4" RIGID INSULATION (R-20) 5/8" GYPSUM BOARD	
7/8"		FILLED MASONRY CONCRETE BLOCK WALL w/ INSULATED 3/8" METAL STUD FURRING WALL 8" TYPICAL PARKADE & INTERIORS OR F-4 (1/2" SPACE) @ 18 C.B.C. 2012 DIV. 8-APPENDIX D TABLE D-2.2.1 8" MASONRY CONCRETE BLOCK WALL FILLED WITH GROUT 1/2" AIR SPACE 3/8" METAL STUDS @ 16" O.C. 4" RIGID INSULATION (R-20) 5/8" GYPSUM BOARD	2 HR
7/8"		MASONRY CONCRETE BLOCK WALL w/ INSULATED 3/8" METAL STUD FURRING WALL @ 18 C.B.C. 2012 DIV. 8-APPENDIX D TABLE D-2.2.1 4" MASONRY CONCRETE BLOCK WALL (SEE STRUCTURAL) 1/2" AIR SPACE 3/8" METAL STUDS @ 16" O.C. 4" RIGID INSULATION (R-20) 5/8" GYPSUM BOARD	1.5 HR

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Transfert de chaleur à travers assemblage opaques

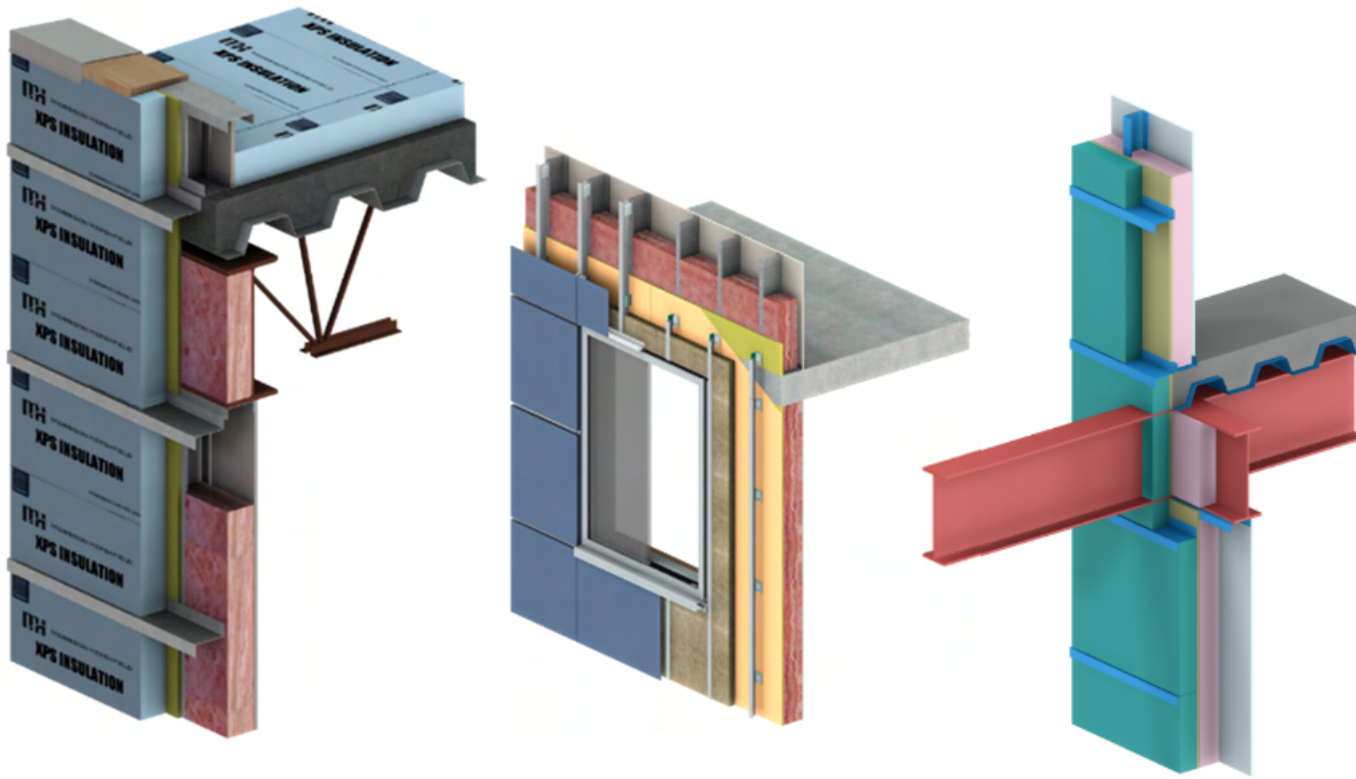


Ponts thermiques répétitifs:

- Montants métalliques
- Systèmes de fixation pour revêtement extérieur
- Attaches à maçonnerie
- Attaches (vis)

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Transfert de chaleur aux interfaces

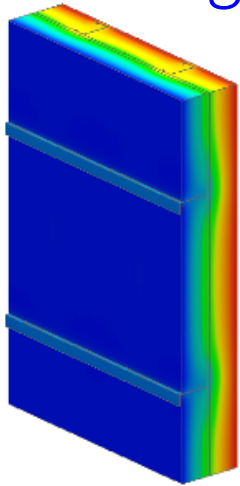


- Ponts au endroits « géométriques »
 - Coins
 - Parapets
- Transitions
 - Périmètres de fenêtrage
 - Entre murs
- Pénétrations
 - Balcons
 - Poutres

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Calcul du transfert de chaleur **global** pour murs opaques

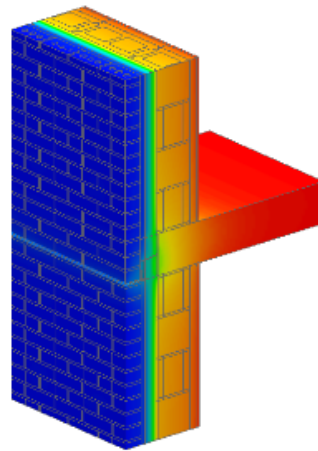
Assemblage



R_o ou U_o

Perte de chaleur
par **aire**

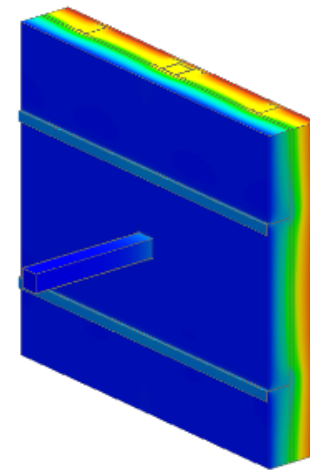
Linéaire



Ψ

Perte de chaleur
additionnelle sur une
longueur

Point

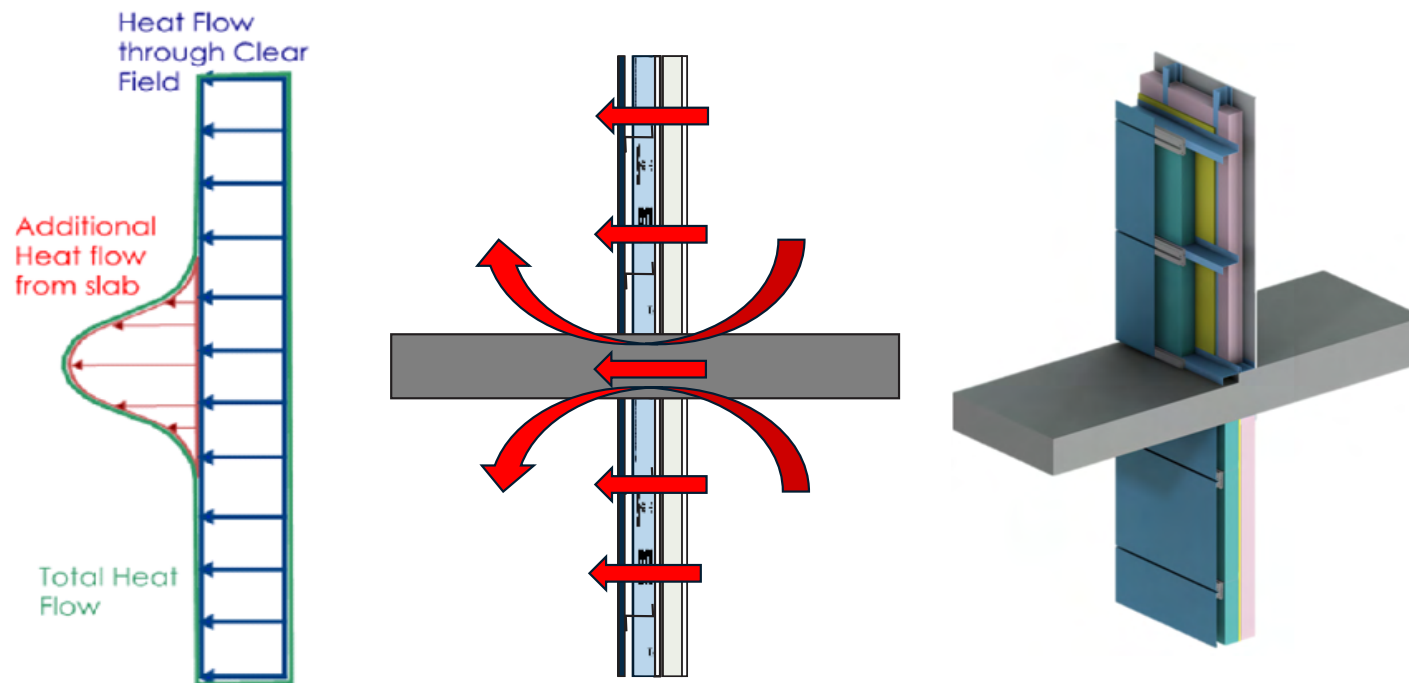


χ

Perte de chaleur
additionnelle à un **point**

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

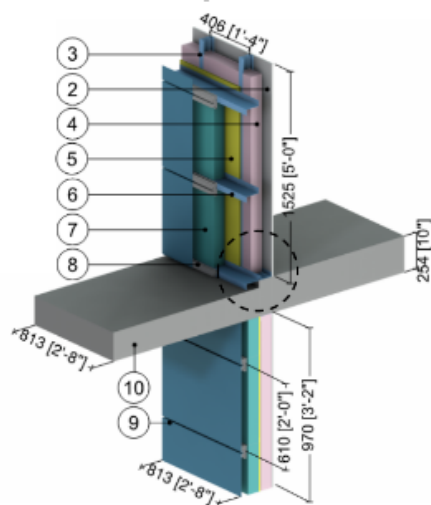
Exemple de transmission de chaleur linéaire



CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

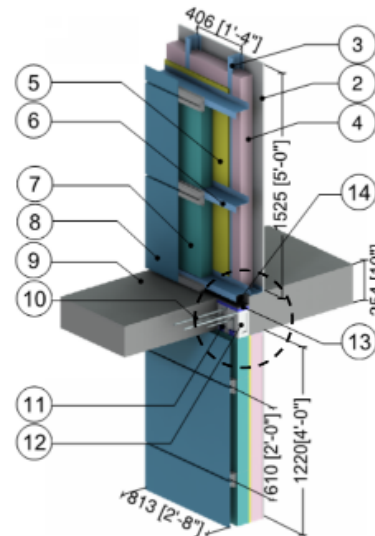
Transmissions linéaires - Exemples de données

**Dalle de balcon en
porte-à-faux
(détail 5.2.5)**

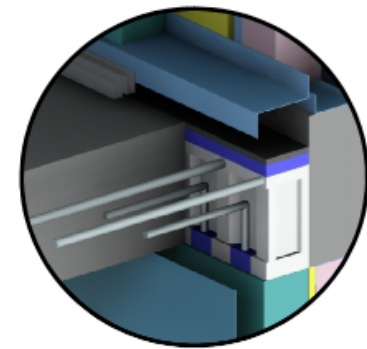


$\Psi = 0.612 \text{ Btu/hr-ft-}^\circ\text{F}$
 1.059 W/m-K

**Dalle de balcon en porte-à-faux avec bris
thermique propriétaire
(détail 5.2.11)**



$\Psi = 0.319 \text{ BTU/hr-ft-}^\circ\text{F}$
 0.551 W/m-K

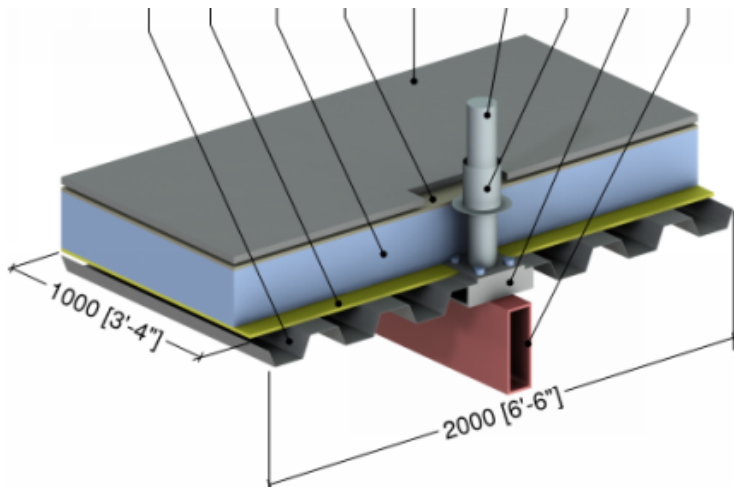


Thermally Broken Slab Detail
(Isokorb CM20)

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

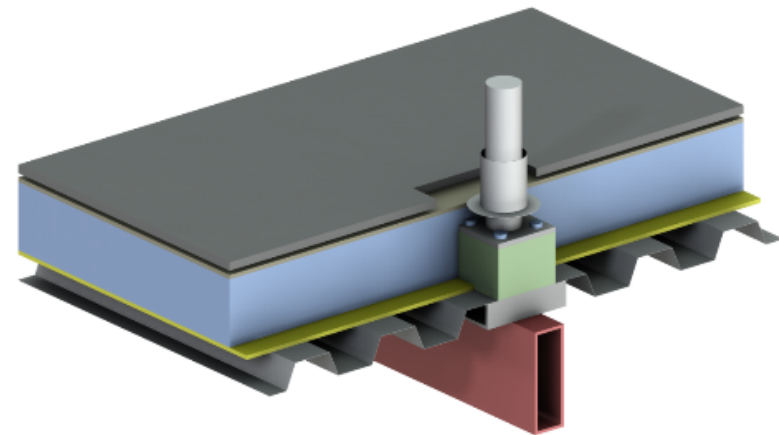
Transmissions ponctuelles - Exemples de données

Ancrage sans bris thermique au toit
(détail 10.3.1)



$X = 0.64 \text{ Btu/hr}^\circ\text{F}$
 0.34 W/K

Ancrage avec bris thermique propriétaire au toit
(détail 10.3.2)



$X = 0.542 \text{ BTU/hr}^\circ\text{F}$
 0.130 W/K

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Comment calculer la performance thermique globale d'un assemblage?

$$\text{Transfert de chaleur total à travers l'assemblage} = \frac{\text{Transferts de chaleur linéaires} + \text{Transferts de chaleur ponctuels}}{\text{Aire de l'assemblage}} + \text{Transfert de chaleur à travers l'assemblage}$$

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Comment calculer la performance thermique globale d'un assemblage?

$$U_T = \frac{\Sigma(\Psi \cdot L) + \Sigma(\chi)}{A_{Total}} + U_o$$

$$R_T = \frac{1}{U_T}$$

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

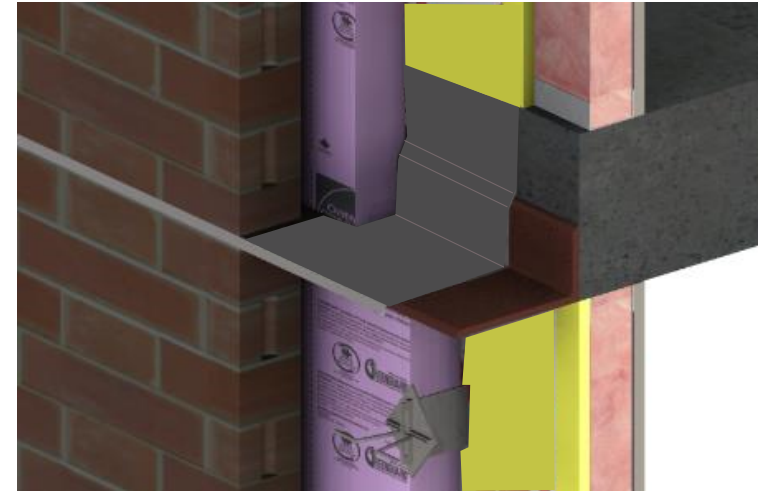
Comment calculer la **performance thermique globale** des assemblages?

$$U_{T,1+2+3} = \frac{\overset{\text{Mur 1}}{U_{T1}} \cdot A_1 + \overset{\text{Mur 2}}{UT_2} \cdot A_2 + \overset{\text{Mur 3}}{UT_3} \cdot A_3 + \dots}{A1 + A2 + A3 + \dots}$$

Sondage no. 2:

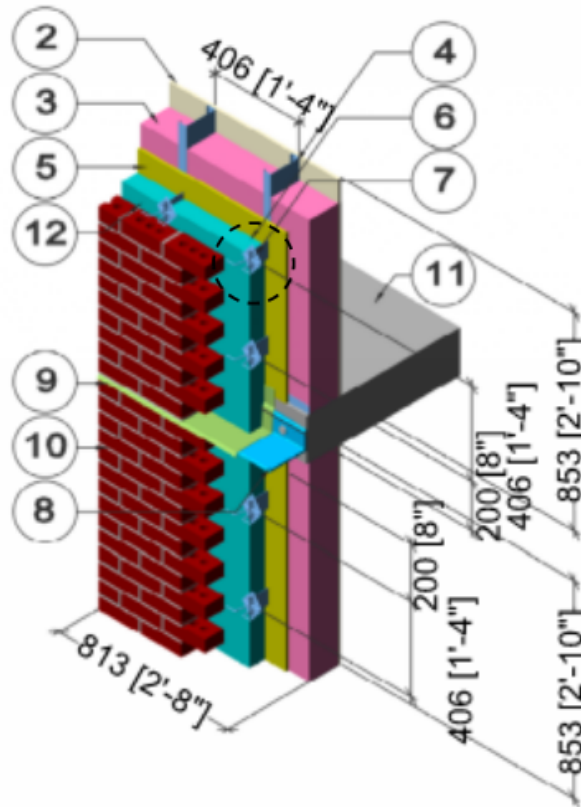
Quelle est l'augmentation du transfert de chaleur causée par une cornière d'appui et dalle de béton pour un mur isolé à l'extérieur et à l'intérieur?

- 10%
- 20%
- 40%
- 70%



Exemple 1:

- Mur isolé à l'extérieur et à l'intérieur
- 20 pi. long x 9 pi. haut (180 pi. ca.)
- R-15 d'isolant extérieur, R-12 d'isolant en natte à l'intérieur ($U-0.051$ Btu/hr.ft²-F)
- Cornière d'appui installée en continu à la dalle ($\Psi - 0.314$ Btu/h-ft²-F)



Exemple 1:

- Mur isolé à l'extérieur et à l'intérieur
- 20 pi. long x 9 pi. haut (180 pi. ca.)
- R-15 d'isolant extérieur, R-12 d'isolant en natte a l'intérieur (U-0.051 Btu/hr.ft²-F)
- Cornière d'appui installée en continu ($\Psi = 0.314$ Btu/h-ft²-F)

$$U_T = \frac{\Sigma(\Psi \cdot L) + \Sigma(\chi)}{A_{Total}} + U_o$$

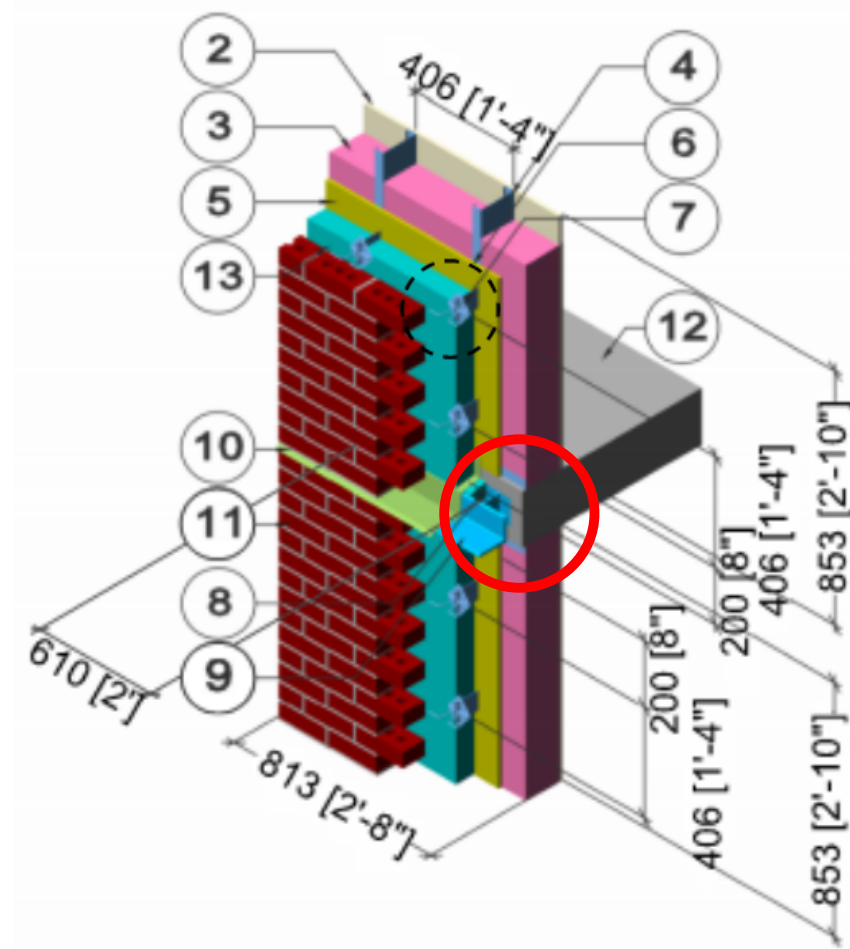
$$U_T = \frac{(0.314 \cdot 20) + 0}{180} + 0.051$$

$$U_T = 0.086$$
$$R_T = 11.6$$

Comparez $U_o = 0.051$ et $U_T = 0.086$
Augmentation de 70% de transfert de chaleur

Exemple 2:

- Mur isolé à l'extérieur et à l'intérieur
- 20 pi. long x 9 pi. haut (180 pi. ca.)
- R-15 d'isolant extérieur, R-12 d'isolant en natte à l'intérieur ($U-0.051$ Btu/hr.ft²-F)
- Cornière d'appui installée avec supports intermittents ($\Psi - 0.189$ Btu/h-ft²-F)



Exemple 2:

- Mur isolé à l'extérieur et à l'intérieur
- 20 pi. long x 9 pi. haut (180 pi. ca.)
- R-15 d'isolant extérieur, R-12 d'isolant en natte à l'intérieur (U-0.051 Btu/hr.ft²-F)
- Cornière d'appui installée en continu ($\Psi = 0.189$ Btu/h-ft²-F)

$$U_T = \frac{\Sigma(\Psi \cdot L) + \Sigma(\chi)}{A_{Total}} + U_o$$

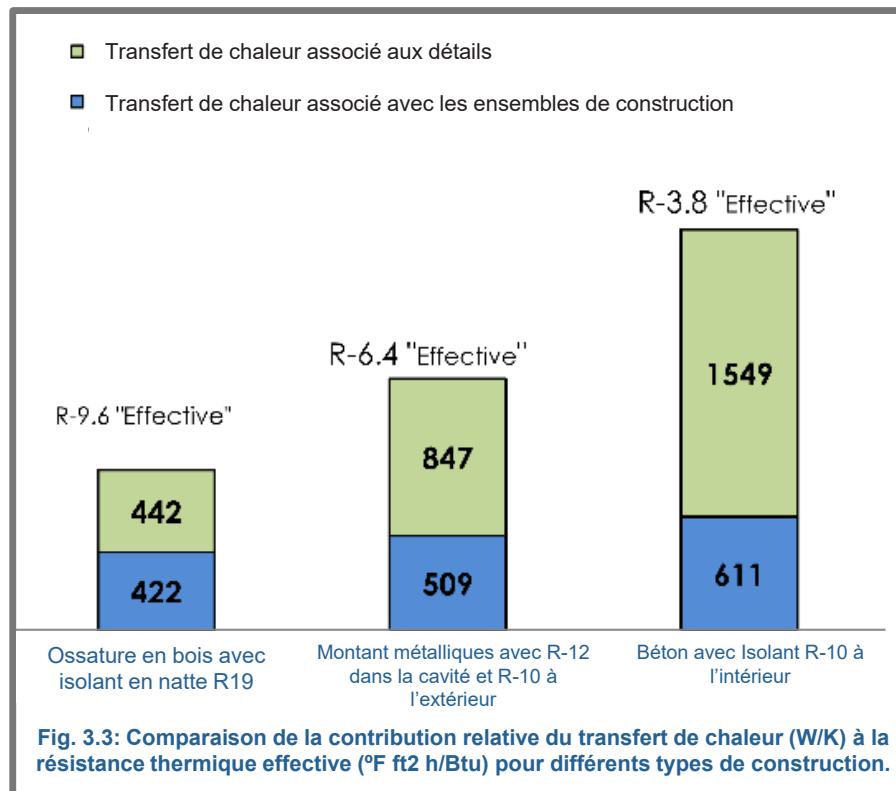
$$U_T = \frac{(0.189 \cdot 20) + 0}{180} + 0.051$$

$$U_T = 0.072$$
$$R_T = 13.9$$

Comparez $U_o = 0.051$ et $U_T = 0.072$
Augmentation de 41% de transfert de chaleur

CALCULER LA PERFORMANCE THERMIQUE GLOBALE DES SYSTÈMES D'ENVELOPPE

Impact des détails!



BC Hydro, Guide sur les ponts thermiques de l'enveloppe du bâtiment

FIN DE LA PARTIE
1

QUESTIONS?