

# Genyk

## Isolant Boréal Nature Élite en polyuréthane

### Rapport d'analyse

#### Calcul des résistances effectives (3 Options)

Numéro de projet : 2023175

Soumis le : 2024-02-05

Révision : R0

Préparé par : Hussein El Ayoubi, CPI

Révisé par: Rodrigo Cerqueira, ing., M.Ing

#### MARTIN ROY ET ASSOCIÉS

1601, chemin d'OKA

Deux-Montagnes (QC) J7R 1N1

Téléphone : +1-450-623-0340

[www.mra.qc.ca](http://www.mra.qc.ca)



Martin Roy & Associés

Du génie à  
dimension humaine

## Sommaire exécutif

La firme Martin Roy et associés (MRA) a été engagée pour effectuer une analyse de performance d'un assemblage de mur à ossature métallique. Plus spécifiquement, cette analyse porte sur le calcul des résistances thermiques effectives pour différentes épaisseurs et dispositions de l'isolation de type « Boréal nature élite ». Ces calculs devant être réalisés en conformité avec les exigences du Chapitre I.1 du code de construction du Québec.

Pour ce faire, il a été nécessaire de quantifier les ponts thermiques en tenant compte des propriétés des différents éléments utilisés dans l'assemblage analysé. Cela dit, une analyse a été effectuée sur chacune des constructions opaques retrouvées dans les détails d'assemblage qui ont été fournis à l'équipe de MRA, ce qui a mené à la détermination de la performance globale des différents assemblages de murs, cela en utilisant le « Building Envelope Thermal Bridging Guide V1.6 » comme référence pour les calculs.

Au total, 3 options d'assemblages comprenant de différentes dispositions de l'isolant Boréal nature ont été analysées :

1. Option standard : Cet assemblage comporte des supports conventionnels sans ruptures thermiques.  
*(12 scénarios présentés dans le rapport)*
2. Option à performance améliorée : Cet assemblage est similaire à l'option standard, avec une différence observée au niveau de la localisation de la matière isolante, qui est appliquée exclusivement entre des barres en Z munies de rubans à ruptures thermiques.  
*(6 scénarios présentés dans le rapport)*
3. Option performance maximale : Cet assemblage est similaire à l'option à performance améliorée, avec une différence observée au niveau du type de supports utilisés, soit des barres en Z intermittente.  
*(6 scénarios présentés dans le rapport)*

Ainsi, à la suite de la réalisation des analyses des différentes composantes de l'enveloppe du bâtiment, il a été possible de déduire toutes les pertes énergétiques engendrées par les ponts thermiques, et donc, de déterminer les résistances effectives pour tous les scénarios considérés.

Il est important de noter que les résultats présentés dans le rapport ci-présent sont relatifs à des analyses effectuées sur des assemblages respectant les spécifications indiquées aux sous sections I.I, I.II et I.III. Tout changement apporté à ces détails peut entraîner une modification des résistances thermiques effectives présentées dans la section II de ce rapport.

Les tableaux récapitulatifs situés à la page ci-dessous présentent les résultats issus de ces analyses. Des informations complémentaires à ces résultats pouvant être pertinentes à leur compréhension sont présentées dans le corps du rapport ci-présent.

Tableau A : Résistances thermiques effectives de l'assemblage standard

Épaisseur des barres Z [mm]	Espacement des barres Z [mm]	Épaisseur de l'isolation [mm]	Profondeur des montants métalliques [mm]	Résistance nominale [m <sup>2</sup> .K/W]	Résistance effective [m <sup>2</sup> .K/W]
75mm	600	100	90	4.12	2.79
		150	90	6.18	3.87
		200	152	8.24	4.47
	400	100	90	4.12	2.70
		150	90	6.18	3.79
		200	152	8.24	4.38
57mm	600	100	90	4.12	2.75
		150	152	6.18	3.80
		200	152	8.24	4.24
	400	100	90	4.12	2.68
		150	152	6.18	3.73
		200	152	8.24	4.17

Tableau B : Résistances effectives de l'assemblage à performance améliorée

Épaisseur des barres Z [mm]	Espacement des barres Z [mm]	Épaisseur de l'isolation [mm]	Profondeur des montants métalliques [mm]	Résistance nominale [m <sup>2</sup> .K/W]	Résistance effective [m <sup>2</sup> .K/W]
100	600	100	90	4.12	3.10
150		150	90	6.18	4.07
200		200	152	8.24	5.04
100	400	100	90	4.12	3.02
150		150	90	6.18	3.96
200		200	152	8.24	4.90

Tableau C : Résistances effectives de l'assemblage à performance maximale

Profondeur des barres Z [mm]	Espacement des barres Z [mm]	Épaisseur de l'isolation [mm]	Profondeur des montants métalliques [mm]	Résistance nominale [m <sup>2</sup> .K/W]	Résistance effective [m <sup>2</sup> .K/W]
100	600	100	90	4.12	3.31
150		150	90	6.18	4.46
200		200	152	8.24	5.61
100	400	100	90	4.12	3.18
150		150	90	6.18	4.33
200		200	152	8.24	5.48

## Table des matières

Sommaire exécutif .....	ii
I Identification des scénarios analysés .....	1
I.I Option d'assemblage à performance standard .....	1
I.II Option d'assemblage à performance améliorée .....	2
I.III Option d'assemblage à performance maximale .....	3
I.IV Note(s) importante(s) sur les compositions des assemblages analysés .....	4
II Résultats détaillés des analyses .....	4
II.I Détails des calculs et résultats intermédiaires.....	4
II.II Références .....	6

## Liste des figures

FIGURE 1 DETAIL D'ASSEMBLAGE A PERFORMANCE STANDARD.....	1
FIGURE 2 DETAIL DE L'ASSEMBLAGE A PERFORMANCE AMELIOREE .....	2
FIGURE 3 DETAIL DE L'ASSEMBLAGE A PERFORMANCE MAXIMALE.....	3

## Liste des tableaux

TABLEAU 1 SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE LA MATIERE ISOLANTE.....	1
TABLEAU 2 IDENTIFICATION DES SCENARIOS DE L'OPTION A PERFORMANCE STANDARD.....	2
TABLEAU 3 IDENTIFICATION DES SCENARIOS DE L'OPTION A PERFORMANCE AMELIOREE .....	3
TABLEAU 4 RESULTATS INTERMEDIAIRES ET DETAILS DES CALCULS – OPTION STANDARD .....	5
TABLEAU 5 RESULTATS INTERMEDIAIRES ET DETAILS DES CALCULS – OPTION A PERFORMANCE AMELIOREE .....	5
TABLEAU 6 RESULTATS INTERMEDIAIRES ET DETAILS DES CALCULS – OPTION A PERFORMANCE MAXIMALE .....	6
TABLEAU 7 ASSEMBLAGES DE REFERENCE - BETBG .....	6

# I Identification des scénarios analysés

Le tableau ci-dessous présente les spécifications techniques de la matière isolante qui a été utilisée lors de la réalisation des calculs des résistances effectives :

Tableau 1 Spécifications techniques de la matière isolante

Épaisseur de l'isolation mm	Résistance thermique nominale [m <sup>2</sup> /W.K]	Chaleur Spécifique [J/kg.K]	Type
100	4.12	1220	Mousse de Polyuréthane
150	6.18		
200	8.24		

## I.1 Option d'assemblage à performance standard

La figure ci-dessous présente un détail typique pour l'option d'assemblage à performance standard :

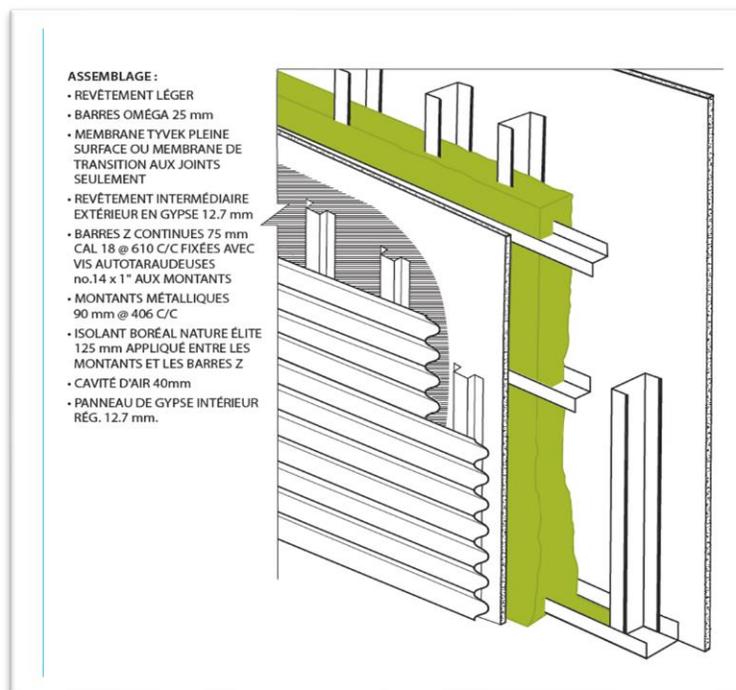


Figure 1 Détail d'assemblage à performance standard

La figure 1 ci-dessus présente la disposition typique des composants de l'assemblage de murs analysé pour l'option standard. Les scénarios faisant l'objet de cette option sont principalement basés sur deux variables: l'épaisseur des entremises en Z ainsi que l'épaisseur de l'isolation appliquée.

Cela implique que des variables secondaires, tel que l'épaisseur des montants métalliques, doivent être adaptées de sorte à assurer la faisabilité de l'assemblage des murs dans certains scénarios relatifs l'option à performance standard.

Le tableau ci-dessous identifie les différents scénarios qui ont fait l'objet de l'analyse de l'assemblage à performance **standard**:

Tableau 2 Identification des scénarios de l'option à performance standard

Scénario	Épaisseur des barres Z [mm]	Espacement des barres Z [mm]	Épaisseur de l'isolation [mm]	Épaisseur des montants métalliques [mm]
-	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	75	600	100	90
2	75	600	150	90
3	75	600	200	152
4	75	400	100	90
5	75	400	150	90
6	75	400	200	152
7	57	600	100	90
8	57	600	150	152
9	57	600	200	152
10	57	400	100	90
11	57	400	150	152
12	57	400	200	152

## I.II Option d'assemblage à performance améliorée

La figure ci-dessous présente un détail typique pour l'option d'assemblage à performance **améliorée** :

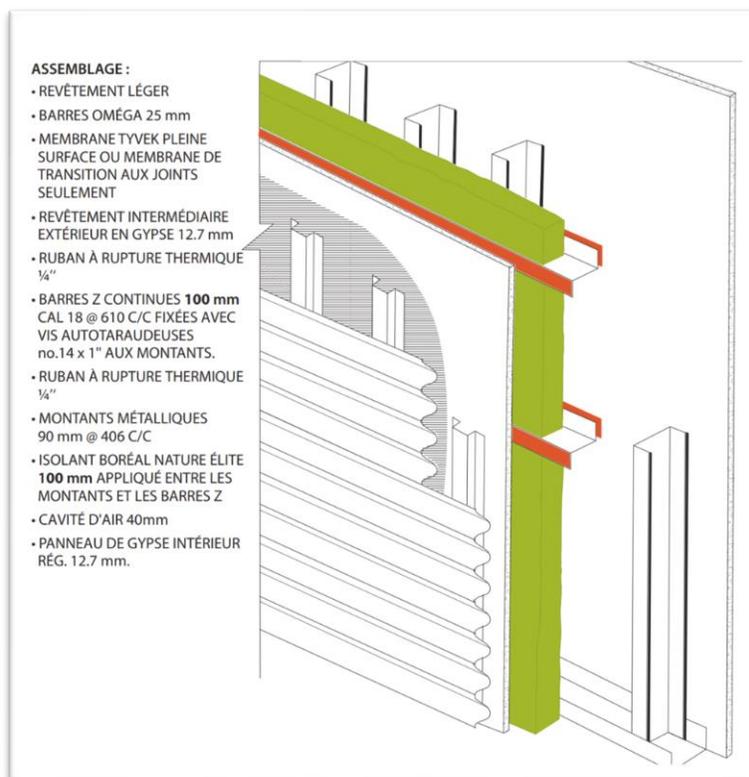


Figure 2 détail de l'assemblage à performance améliorée

Il est possible d'identifier à la figure 2 ci-dessus les deux caractéristiques clés permettant l'amélioration de la performance thermique de cette option d'assemblage de murs : L'ajout de bris thermiques au niveau des barres en Z et l'installation de l'isolation au niveau de celles-ci afin de réduire l'impact des ponts thermiques.

Le tableau ci-dessous identifie les différents scénarios de l'analyse de l'assemblage à performance améliorée :

**Tableau 3 Identification des scénarios de l'option à performance améliorée**

Scénario	Profondeur des barres Z	Espacement des barres Z	Épaisseur de l'isolation	Profondeur des montants métalliques	Épaisseur du ruban à rupture thermique
-	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	100	600	100	Variable	6.35
2	150		150	Variable	6.35
3	200		200	Variable	6.35
4	100	400	100	Variable	6.35
5	150		150	Variable	6.35
6	200		200	Variable	6.35

### I.III Option d'assemblage à performance maximale

La figure ci-dessous présente un détail typique pour l'option d'assemblage à performance maximale :

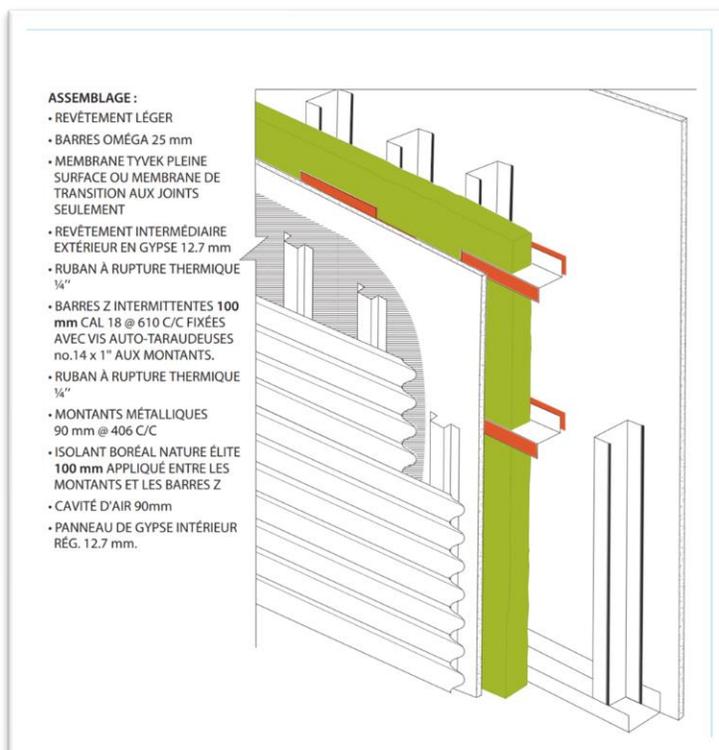


Figure 3 détail de l'assemblage à performance maximale

Tel que présenté à la figure 3 ci-dessus, l'option d'assemblage à performance maximale réduit d'avantage l'impact des ponts thermiques auxquels la matière isolante est exposée en substituant les barres en Z continues par des barres en Z intermittentes, tout en maintenant l'utilisation des rubans à ruptures thermiques appliqués aux deux côtés des sous-entremises.

Le tableau ci-dessous identifie les différents scénarios de l'analyse de l'assemblage à performance améliorée :

Scénario	Profondeur des barres Z	Espacement des barres Z	Épaisseur de l'isolation	Épaisseur des montants métalliques	Épaisseur du ruban à rupture thermique	Superficie maximale de la barre en Z <sup>[1]</sup>
-	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]
1	100	600	100	Variable	6.35	194
2	150		150	Variable	6.35	
3	200		200	Variable	6.35	
4	100	400	100	Variable	6.35	194
5	150		150	Variable	6.35	
6	200		200	Variable	6.35	

<sup>[1]</sup> : Superficie maximale des sections verticales, c'est-à-dire qui ne maintiennent pas l'isolation rigide.

## I.IV Note(s) importante(s) sur les compositions des assemblages analysés

Les résultats présentés dans le rapport ci-présent sont relatifs à des analyses effectuées sur des assemblages respectant les spécifications indiquées aux sous sections I.I, I.II et I.III. Tout changement apporté à ces détails peut entraîner une modification des résistances thermiques effectives présentées dans la section II de ce rapport.

Des exemples de changement peuvent être, entre autres, l'utilisation de revêtements en briques, ou la modification des types et dimensions des panneaux de gypses.

## II Résultats détaillés des analyses

La section ci-dessous présente les résultats détaillés des analyses, incluant les paramètres et résultats intermédiaires, les dimensions utilisées pour les calculs et les hypothèses posées lorsqu'il a été nécessaire de ce faire.

### II.I Détails des calculs et résultats intermédiaires

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats intermédiaires obtenus lors de l'analyse des différentes options d'assemblage de murs :

Tableau 4 Résultats intermédiaires et détails des calculs – Option standard

Scénario	Épaisseur de l'isolation			Épaisseur de la cavité d'air	Résistances thermiques effectives			
	Totale	Section montants métallique	Section barres Z		Section montants métalliques <sup>[1]</sup>	Section barres Z <sup>[2]</sup>	Cavité d'air <sup>[3]</sup>	Assemblage
-	[mm]			[m <sup>2</sup> .K/W]				
1	100	25	75	65	0.71	1.69	0.16	<b>2.55</b>
2	150	75	75	15	1.79	1.69	0.16	<b>3.63</b>
3	200	125	75	27	2.38	1.69	0.16	<b>4.23</b>
4	100	25	75	65	0.70	1.60	0.16	<b>2.46</b>
5	150	75	75	15	1.79	1.60	0.16	<b>3.55</b>
6	200	125	75	27	2.38	1.60	0.16	<b>4.14</b>
7	100	43	57	47	0.95	1.41	0.16	<b>2.51</b>
8	150	93	57	59	2.00	1.41	0.16	<b>3.56</b>
9	200	143	57	9	2.59	1.41	0.00	<b>4.00</b>
10	100	43	57	47	0.95	1.34	0.16	<b>2.44</b>
11	150	93	57	59	2.00	1.34	0.16	<b>3.49</b>
12	200	143	57	9	2.59	1.34	0.00	<b>3.93</b>

[1] : Inclus le gypse intérieur

[2] : Inclus l'impact du revêtement extérieur et l'utilisation de gypse extérieur de type « Densglass »

[3] : Déterminés selon le tableau 9.4.2.-1 de l'annexe A ASRHAE90.1 avec des émissivités de 0.82.

Tableau 5 Résultats intermédiaires et détails des calculs – Option à performance améliorée

Scénario	Épaisseur de l'isolation			Épaisseur de la cavité d'air	Résistances thermiques effectives		
	Totale	Section montants métallique	Section barres Z		Section montants métalliques <sup>[1]</sup>	Section barres Z <sup>[2]</sup>	Assemblage
-	[mm]			[m <sup>2</sup> .K/W]			
1	100	0	100	Variable	0.42	2.68	<b>3.10</b>
2	150	0	150	Variable	0.42	3.65	<b>4.07</b>
3	200	0	200	Variable	0.42	4.61	<b>5.04</b>
4	100	0	100	Variable	0.42	2.59	<b>3.02</b>
5	150	0	150	Variable	0.42	3.54	<b>3.96</b>
6	200	0	200	Variable	0.42	4.48	<b>4.90</b>

[1] : Inclus l'espace d'air, le gypse intérieur.

[2] : Inclus l'impact du revêtement extérieur et l'utilisation de gypse extérieur de type « Densglass »

Tableau 6 Résultats intermédiaires et détails des calculs – Option à performance maximale

Scénario	Épaisseur de l'isolation			Profondeur de la cavité d'air	Résistances thermiques effectives		
	Totale	Section montants métallique	Section barres Z		Section montants métalliques <sup>[1]</sup>	Section barres Z <sup>[2]</sup>	Assemblage
-	[mm]				[m2.K/W]		
1	100	0	100	Variable	0.42	2.88	<b>3.31</b>
2	150	0	150	Variable	0.42	4.03	<b>4.46</b>
3	200	0	200	Variable	0.42	5.19	<b>5.61</b>
4	100	0	100	Variable	0.42	2.76	<b>3.18</b>
5	150	0	150	Variable	0.42	3.91	<b>4.33</b>
6	200	0	200	Variable	0.42	5.06	<b>5.48</b>

[1] : Inclus l'espace d'air, le gypse intérieur.

[2] : Inclus l'impact du revêtement extérieur et l'utilisation de gypse extérieur de type « Densglass »

## II.II Références

À moins d'indication contraire, le « *Building Envelope Thermal Bridging Guide V1.6* » (BETBG) a été utilisé comme source d'information pour tous les calculs et les intrants qui leurs sont relatifs.

Le tableau ci-dessous présente plus de détails sur les références utilisées dans le cadre de l'analyse présentée dans ce rapport :

Tableau 7 Assemblages de référence - BETBG

# Ref	Numéro d'assemblage	Description
1	5.1.1 & 5.1.2	Détermination des ponts thermiques au niveau des montants métalliques
2	5.1.14 & 5.1.9	Détermination des ponts thermiques au niveau des barres en Z
3	5.1.15	Détermination du facteur d'ajustement pour la chaleur spécifique de l'isolant
4	6.1.5	Détermination du facteur d'ajustement pour l'espacement des barres en Z
5	6.1.5 & 6.1.6 & 6.1.7	Détermination des impacts des rubans à rupture thermique
6	6.1.6 & 6.1.7	Détermination des ponts thermiques au niveau des supports intermittents