



Analyse des risques dans les projets de construction internationaux : une vision du secteur de la construction préfabriquée

Préparé pour :
 INITIATIVE SUR LA
CONSTRUCTION
INDUSTRIALISÉE



Le 20 avril 2022

Préparé par : Luciana Gondim de A. Guimarães

Révision : Yan Cimon, directeur de recherche et
Pierre Blanchet, professeur titulaire de CIRCERB

Résumé Exécutif

Analyse des risques dans les projets de construction internationaux : une vision du secteur de la construction préfabriquée

Luciana Gondim de A. Guimarães, Pierre Blanchet & Yan Cimon

Introduction

Étant donné que les risques sont inhérents aux projets de construction et influencent négativement les critères de performance des projets (Viswanathan et Jha, 2020), la gestion des risques est considérée comme un processus fondamental pour obtenir un bon résultat dans les travaux complexes (Qazi et Dikmen, 2019). Cependant, nous réalisons qu'il existe peu de recherches sur les risques dans les projets de construction préfabriqués et qu'il est nécessaire de discuter des facteurs de risque dans ces types de construction (Li et al., 2017).

Ainsi, une revue de littérature approfondie a été réalisée pour identifier les facteurs de risque communs pouvant survenir dans les projets de construction internationaux. Cela a abouti à l'identification d'un total de 36 facteurs classés en huit catégories, tels que : Conception, Normes, Coordination, Ressources, Interne, Partenaire, Client et Marché, comme indiqué dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Résumé des risques opérationnels et financiers dans les projets de construction internationaux

Catégorie	Risque opérationnel
Conception	Erreur de conception
	Projet mal défini
	Changements de conception
Normes	Différentes normes de construction
	Modifications des lois et règlements
	Différents systèmes de mesure
	Exigences strictes en matière de sécurité et de santé
	Exigences de qualité strictes
	Réglementations environnementales strictes
Coordination	Difficulté de contrôle qualité
	Domages causés par des erreurs humaines
	Possession tardive du chantier
	Communication et coordination inefficaces
	Calendriers de projet trop serrés
	Conditions de terrain imprévues
Ressources	Manque de techniques de construction appropriées
	Manque de sous-traitants
	Manque de main-d'œuvre
	Matériaux défectueux

	Indisponibilité du matériel
	Indisponibilité d'équipement
Catégorie	Risque financier
Interne	Manque de capitaux pour financer l'exportation
	Baisse des revenus du projet
Partenaire	Rupture de contrat
	Imprécision des conditions contractuelles sur la répartition des risques
	Faillite du partenaire du projet
	Partenaire en difficulté financière
Client	Faillite du client
	Retard de paiement des clients
Marché	Coûts excessifs de transport des marchandises vers un marché étranger
	Hausse des prix du carburant
	Fluctuation du prix des matériaux
	Fluctuation du taux d'inflation
	Fluctuation du taux d'intérêt
	Fluctuation du taux de change
	Risque d'assurance

Objectif

- Analyser les risques opérationnels et financiers liés à un projet de construction préfabriquée en bois à l'étranger.

Méthode

Les dirigeants de chaque type de construction préfabriquée ont attribué valeurs pour les probabilités et ampleurs d'impacts de chaque facteur des risques en utilisant l'échelle de Likert présentée dans le tableau 2. Les criticités ont été calculées à partir de ces informations.

Tableau 2. Échelles de Likert pour PO et AI

Probabilité d'occurrence (PO) %			Ampleur de l'impact (AI)		
1	Très faible	<20	1	Très petit	
2	Faible	20–40	2	Petit	
3	Modérée	40–60	3	Moyen	
4	Élevée	60–80	4	Grand	
5	Très élevée	>80	5	Très grand	

Source : (Liu, Zhao et Yan, 2016).

Avec les réponses obtenues, les distributions des criticités ont été calculées à partir de simulations Monte-Carlo (50 000 itérations).

Résultats

Tous les répondants (100 %) ont de l'expérience dans des projets de construction à l'extérieur du Québec, 43 % ayant de 11 à 15 ans et 43 % ayant plus de 15 ans d'expérience. Le rôle des répondants dans les entreprises est celui de directeur (86 %) et de président (14 %). La plupart des répondants sont membres d'association de préfabrication. De plus, 43 % des répondants ont la formation en ingénierie, en architecture ou en gestion.

Par rapport le type de préfabrication, on a eu des répondants de plusieurs types de préfabrication en bois, 1 représentant d'entreprise qui fait le kit maison, 1 entreprise de panneaux ossature bois (2D), 2 entreprises de composants (poutrelles, fermes de toit, etc.), 1 entreprise de bois lamellé-collé et 2 entreprises que font de la construction modulaire en bois (3D). Les figures 1 et 2 montrent les régions où les projets de construction préfabriqués en bois sont exécutés.

Figure 1. Régions d'exportation

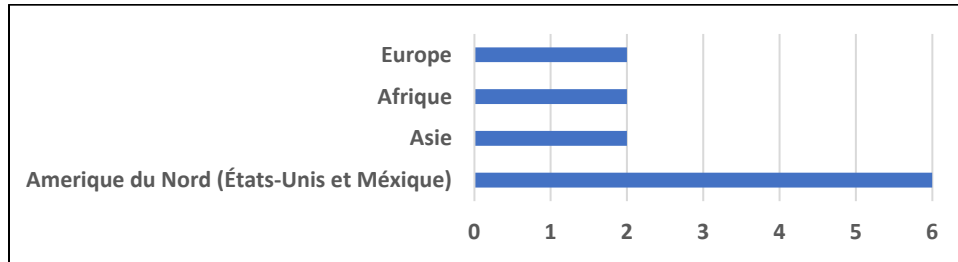
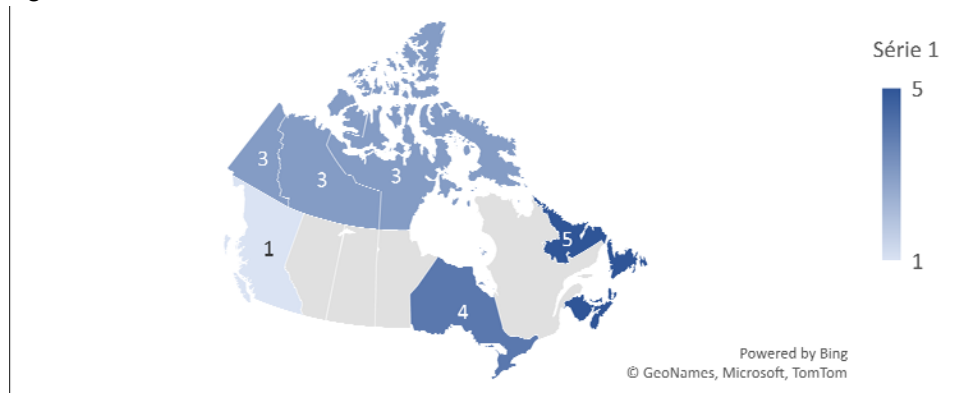
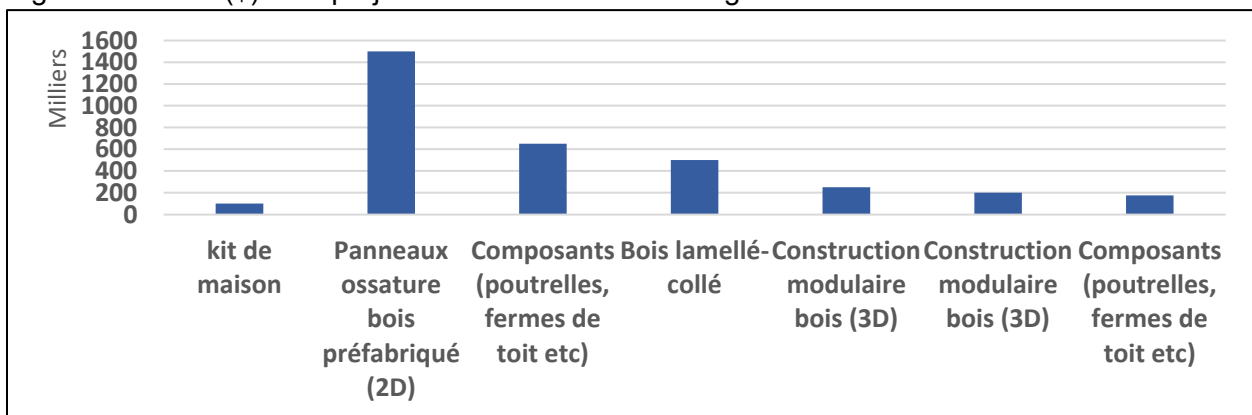


Figure 2. Régions au Canada



Concernant la valeur d'un projet de construction à l'extérieur du Québec, le montant plus élevé (+ de 1 million de dollars) a été donné par l'entreprise de construction de panneaux ossature bois (2D). D'autre part, le projet de valeur plus petit (moins de 200 k dollars) a été donné pour l'entreprise de composants (poutrelles, fermes de toit, etc.), selon la figure 3.

Figure 3. Valeur (\$) d'un projet de construction à l'étranger



Mesure des risques

Les criticités des risques ont été catégorisées selon la matrice des risques présentée dans la figure 4. Les réponses de probabilité d'occurrence et d'ampleur d'impact ont été données par différents types de préfabrication. Ainsi, les criticités calculées à partir de ces réponses sont présentées aux tableaux 3 et 4. Ces résultats ont été des entrées pour la simulation Monte-Carlo.

Figure 4. Matrice des criticités

Ampleur d'impact	5	10	15	20	25
	4	8	12	16	20
	3	6	9	12	15
	2	4	6	8	10
	1	2	3	4	5
	Probabilité				

Tableau 3. Criticités des risques operationnels par type de préfabrication

Facteur de risque opérationnel	Composants	Bois lamellé-collé	Panneaux ossature bois	Modulaire	Kit maison
Erreur de conception					
Projet mal défini					
Changements de conception					
Différentes normes de construction					
Modifications des lois et règlements					
Différents systèmes de mesure					
Exigences strictes en matière de sécurité et de santé					
Exigences de qualité strictes					
Règlementations environnementales strictes					
Difficulté de contrôle qualité					
Dommages causés par des erreurs humaines					
Possession tardive du chantier					
Communication et coordination inefficaces					
Calendriers de projet trop serrés					
Conditions de terrain imprévues					
Manque de techniques de construction appropriées					
Manque de sous-traitants					
Manque de main d'œuvre					
Matériaux défectueux					
Indisponibilité du matériel					
Indisponibilité d'équipement					

Tableau 4. Criticités des risques financiers par type de préfabrication

Facteur de risque financier	Composants	Bois lamellé-collé	Panneaux ossature bois	Modulaire	Kit maison
Manque de capitaux					
Baisse des revenus du projet					
Rupture de contrat					
Répartition des risques					
Faillite du partenaire du projet					
Partenaire en difficulté financière					
Faillite du client					
Retard de paiement des clients					
Coûts de transport					
Prix du carburant					
Prix des matériaux					
Taux d'inflation					
Taux d'intérêt					
Taux de change					
Risque d'assurance					

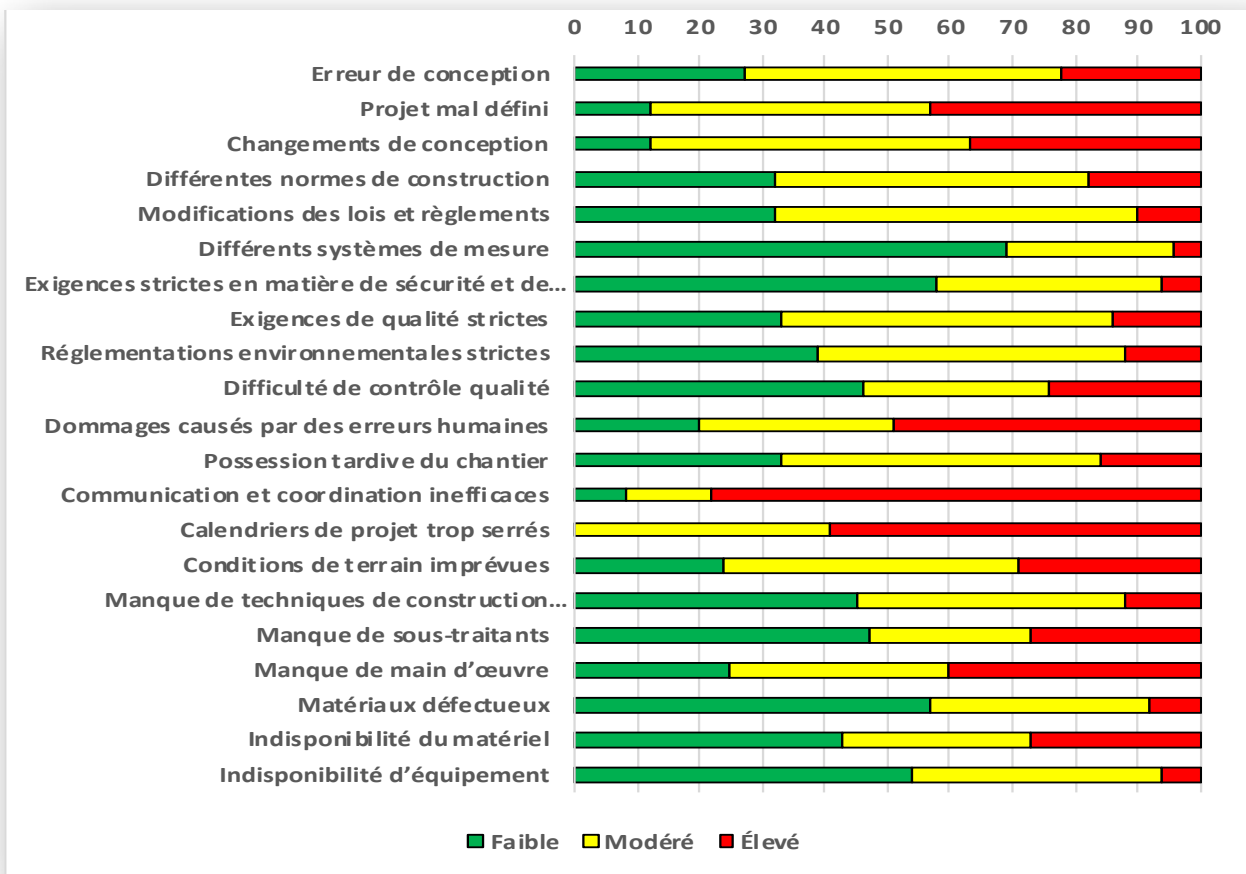
Risques opérationnels

À partir des simulations Monte-Carlo, les risques opérationnels ont eu la majorité de leurs distributions des criticités comme modérées et faibles. Le tableau 5 montre les risques qui font partie de chaque niveau de criticité en fonction de leurs fréquences cumulées. De plus, la figure 5 présente les différentes échelles de criticité pour chaque facteur de risque opérationnel.

Tableau 5. Niveaux de criticité des risques opérationnels

Criticités élevées	Criticités modérées	Criticités faibles
Communication et coordination 78 % Calendriers de projet 59 % Erreurs humaines 48 % Manque de main d'œuvre 40 %	Modifications des lois et règlements 58 % Exigences de qualité strictes 53 % Erreur de conception 51 % Changements de conception 51 % Différentes normes de construction 50 % Possession tardive du chantier 51 % Réglementations environnementales 50 % Conditions de terrain imprévues 47 % Projet mal défini 45 %	Différents systèmes de mesure 69 % Exigences strictes en matière de sécurité et de santé 57 % Matériaux défectueux 57 % Indisponibilité d'équipement 53 % Manque de sous-traitants 47 % Difficulté de contrôle qualité 46 % Techniques de construction 45 % Indisponibilité du matériel 43 %

Figure 5. Échelles de criticité des risques opérationnels



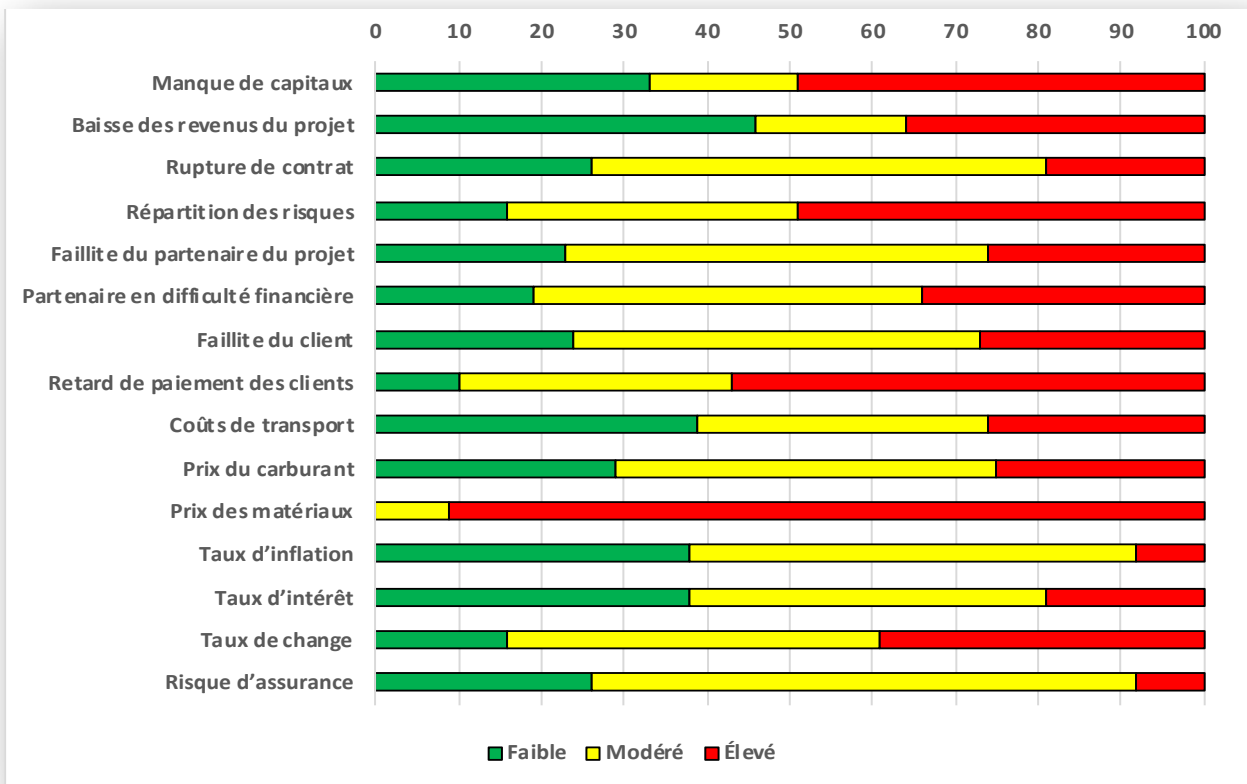
Risques financiers

Les risques financiers ont eu la majorité de leurs distributions des criticités comme de modérées et élevées. Le « prix des matériaux » est le facteur de risque qu'a obtenu la fréquence plus haute et il fait partie de la criticité élevée. Le tableau 6 montre les risques financiers qui font partie de chaque niveau de criticité en fonction de leurs fréquences cumulées. De plus, la figure 6 présente les différentes échelles de criticité pour chaque facteur de risque financier.

Tableau 6. Niveaux de criticité des risques financiers

Criticités élevées	Criticités modérées	Criticités faibles
Prix des matériaux 92 % Retard de paiement des clients 57 % Manque de capitaux 49 % Répartition des risques 49 %	Risque d'assurance 65 % Rupture de contrat 55 % Taux d'inflation 54 % Faillite du client 49 % Partenaire en difficulté 47 % Prix du carburant 46 % Taux de change 45 % Taux d'intérêt 43 % Faillite du partenaire 41 %	Baisse de revenu 46 % Coût des transports 39 %

Figure 6. Échelles de criticité des risques financiers



Conclusions

Les risques opérationnels qui ont des criticités plus élevées sont concentrés dans la catégorie coordination et ressources. D'autre part, les risques financiers avec une criticité élevée sont distribués dans les quatre catégories. Il est important de noter qu'il existe des risques qui ont des distributions de criticité cumulatives proche, comme le « Projet mal défini » qui avait 45 % de criticité modérée et 43 % de criticité élevée ; le facteur de risque « Techniques de construction » qui avait de 45 % de criticité faible et 43 % de criticité modérée. Quand on compare les criticités des risques opérationnels et financiers, on constate que les financiers sont plus critiques.

Contribution de la recherche

- Identification et catégorisation des risques liés aux projets de construction à l'international ;
- Mensuration des risques opérationnels et financiers à partir des différents types des entreprises de préfabrication ;
- Analyses des risques opérationnels et financiers par simulation Monte-Carlo ;
- Élaboration des distributions des criticités des risques.

Recommandations pour les recherches futures

- Augmenter la quantité de réponses pour faire des analyses de cluster ;
- Faire l'analyse de risques en considérant toutes les membres dans une chaîne d'approvisionnement de la construction préfabriquée.
- e la construction préfabriquée.