
Accroître la performance de la filière québécoise de la construction par le virage numérique

SOU MIS AU MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,
DE LA SCIENCE ET DE L'INNOVATION
SOU MIS À LA SOCIÉTÉ QUÉBÉCOISE
DES INFRASTRUCTURES

Économie, Science
et Innovation
Québec 

Société québécoise
des infrastructures
Québec 

ÉTUDE SUR LE DÉPLOIEMENT
DES OUTILS ET DES PRATIQUES
DE LA MODÉLISATION DES
DONNÉES DU BÂTIMENT
AU QUÉBEC

RAPPORT EXÉCUTIF
29 JANVIER 2018



Crédits

AUTEUR PRINCIPAL ET DIRECTEUR DE L'ÉTUDE

Erik A. Poirier, PhD, M.Ing., B.Sc.Arch., LEED AP
Vice-Président, Groupe BIM du Québec
Directeur des pratiques intégrées, Régis Côté et Associés Architectes,
Directeur, Communications, buildingSMART Canada

CO-AUTEUR ET CODIRECTEUR DE L'ÉTUDE

Sébastien Frénette, ing.jr. M.Sc.A.
Président, Groupe BIM du Québec
Directeur BIM, Provencher Roy + Associés architectes

CO-AUTEUR ET AGENT DE RECHERCHE

Vincent Carignan, ing. jr. M.Sc.A.
Spécialiste BIM, BIM One Inc.

CO-AUTEUR ET CONSEILLER SENIOR

Hugues Paris, ing., M.Sc., PMP
Directeur Bâtiments et infrastructures R3D Conseil inc.

CONSEILLER SENIOR

Daniel Forgues, PhD, Arch, PMP
Professeur, Département de génie de la construction

GRAPHISME

Marie-Ève Bissonnette Charland
Designer graphique

CONTEXTE

Depuis une trentaine d'années, l'industrie de la construction accumule un retard de productivité par rapport à l'ensemble des secteurs industriels du Québec. Plusieurs reconnaissent que ce retard peut être rattrapé grâce aux technologies numériques et aux approches intégrées qui font place à la collaboration et l'interdisciplinarité.

Cependant, ce virage nécessite que les entreprises adoptent de nouveaux modèles d'affaires investissent dans les technologies et revoient les compétences de leur main-d'œuvre.

Le 20 mai 2016, la ministre de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (MESI) et ministre responsable de la Stratégie numérique dévoilait le Plan d'Action en Économie Numérique (PAEN). Ce plan d'action reconnaît que l'utilisation de la modélisation des données du bâtiment (MDB), connue sous l'appellation *Building Information Modeling* (BIM) dans

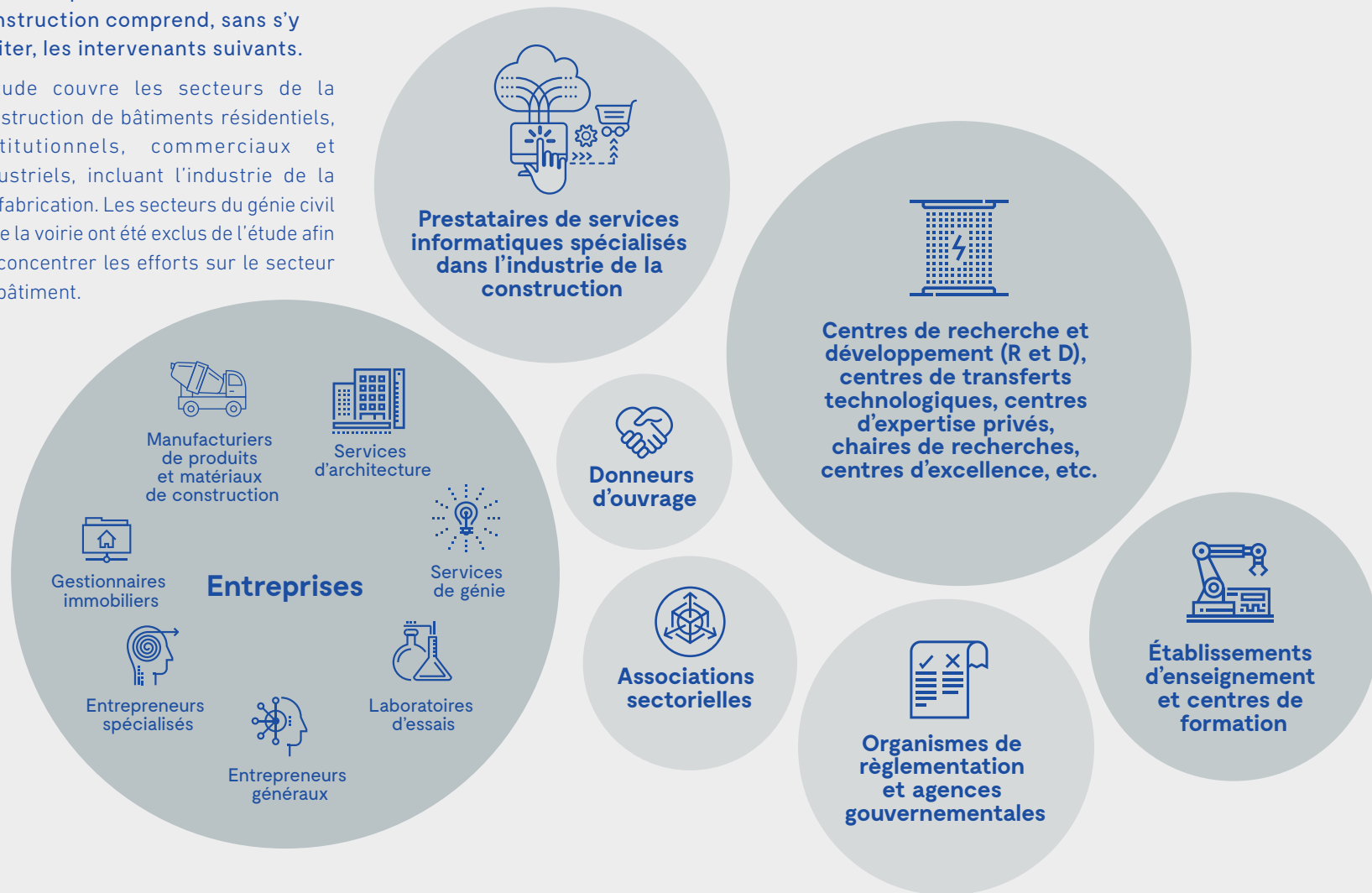
la filière construction, est un passage incontournable pour assurer la compétitivité et la pérennité des entreprises. Or, des études démontrent que les entreprises québécoises agissant dans le secteur de la construction accusent un retard en la matière.

Dans ce contexte, le ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (MESI) a commandé une étude sur le déploiement du BIM dans l'industrie québécoise de l'architecture, de l'ingénierie, de la construction, de la gestion et du maintien d'actifs immobilier, ci-dessous appelée « filière construction ».

Cette étude a pour objectif de documenter l'état des lieux en vue de mobiliser les intervenants de la filière dans le cadre de chantiers de réflexion. Cet exercice de réflexion permettra de prioriser une série de mesures structurantes ayant comme objectif d'accélérer le virage numérique de la filière.

La filière québécoise de la construction comprend, sans s'y limiter, les intervenants suivants.

L'étude couvre les secteurs de la construction de bâtiments résidentiels, institutionnels, commerciaux et industriels, incluant l'industrie de la préfabrication. Les secteurs du génie civil et de la voirie ont été exclus de l'étude afin de concentrer les efforts sur le secteur du bâtiment.



SOMMAIRE

La filière québécoise de la construction vit présentement une transformation radicale qui, si bien structurée et soutenue, a le potentiel d'améliorer sa performance, d'accroître sa productivité et d'assurer sa pérennité afin de stimuler sa compétitivité. Les retombées que cette filière engendre pour le Québec s'en verraient grandement bonifiées dans un contexte où les corps publics cherchent à obtenir la meilleure valeur pour l'argent investi, à stimuler l'innovation et à intervenir de façon durable et responsable. Cette transformation engendre une refonte complète des pratiques de livraison et de maintien de notre environnement bâti – il s'agit d'une rupture avec les façons de faire traditionnelles : c'est un changement de paradigme complet qui met de l'avant la collaboration, la transparence et une vision holistique du cycle de vie d'un projet d'immobilisation.

Cette transformation radicale est tributaire de plusieurs facteurs : le virage numérique en est un des principaux. Le virage numérique en construction s'incarne présentement par le déploiement des outils et des pratiques de la modélisation des données du bâtiment (MDB), connue sous l'appellation Building Information Modeling (BIM), qui gagnent en popularité tant sur le plan mondial qu'au Québec. En effet, il existe quelques initiatives de déploiement du BIM au Québec avec la plus importante venant de la part de la Société Québécoise des Infrastructures qui a des exigences BIM sur ses projets majeurs depuis Mai 2016. Par contre, il reste beaucoup à faire pour s'assurer que le virage numérique, et par conséquent le passage au BIM soit pleinement et adéquatement entrepris par la filière québécoise de la construction.

C'est dans ce contexte que le Groupe BIM du Québec (GBQ) a été mandaté par le Ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations (MESI) et la

Société Québécoise des Infrastructures (SQI) afin de mener une étude sur l'état du déploiement des outils et des pratiques du BIM au Québec. Les objectifs de l'étude se déclinent en trois parties :

- 1. Une revue des avantages et des défis liés à un déploiement généralisé des outils et des pratiques du BIM, et des initiatives internationales soutenant ce déploiement;
- 2. L'identification des caractéristiques et des besoins de la filière québécoise de la construction de même que les possibilités qui lui sont offertes en matière de déploiement du BIM;
- 3. La formulation de recommandations liées à des axes de réflexion pour stimuler le déploiement du BIM, à des cibles pour baliser le succès du déploiement et à une série de mesures concrètes visant à mobiliser et à soutenir les intervenants de la filière.

L'étude s'est déroulée du 5 juillet au 15 septembre 2017 et a impliqué une quarantaine d'experts représentant un large échantillon de la filière québécoise de la construction. Une revue des initiatives et des leçons apprises ailleurs dans le monde a également été faite. Afin de faire converger les résultats du rapport et de dégager un consensus sur les priorités, des chantiers de réflexion ont eu lieu en novembre et décembre 2017 à Montréal et à Québec. Les résultats de ces chantiers sont présentés dans un rapport complémentaire.

Plusieurs constats ont été tirés de l'enquête et des entrevues. Le plus important : le virage numérique, particulièrement le déploiement à grande échelle du BIM et de l'environnement collaboratif qui le soutient, a le potentiel de transformer la filière québécoise de la construction en permettant d'aborder les problématiques de productivité et de performance que celle-ci connaît depuis des décennies. En transposant les résultats d'études faites à l'international, cette amélioration pourrait représenter entre 3 et 5 G\$ d'économies par année au Québec sur le total de capital en immobilisations. À cet effet, de nombreux avantages et bénéfices liés au virage ont été identifiés au cours de l'étude, dont des gains importants en efficacité, une diminution des coûts de projet, une diminution du

Le plus important : le virage numérique, particulièrement le déploiement à grande échelle du BIM et de l'environnement collaboratif qui le soutient, a le potentiel de transformer la filière québécoise de la construction en permettant d'aborder les problématiques de productivité et de performance que celle-ci connaît depuis des décennies.

risque en chantier, une réduction du gaspillage, une amélioration de la qualité de l'information et une optimisation globale de l'ouvrage, pour ne nommer que ceux-ci. Par contre, l'étude fait état d'un bon nombre de barrières au déploiement du BIM et des besoins de la filière afin de promouvoir, de structurer et d'accélérer le virage numérique au sein de celle-ci. Parmi ces barrières, un manque de compétences en numérique, l'absence de processus de gestion

du changement et de cadre de normalisation au sein de la filière québécoise de la construction sont vues comme étant les principales. Les questions de contexte défavorable au déploiement, dont le recours au plus bas soumissionnaire, les bénéfices asymétriques liés au déploiement, les coûts d'implantation et le manque de vision stratégique globale pour la filière ont également été identifiés comme barrières à plusieurs reprises.

Faisant face à ces mêmes défis, tant sur le plan de la performance, de la productivité que du manque de compétences en numérique et de l'absence de processus et procédures de gestion du changement, plusieurs pays ont mis en place des initiatives et se sont dotés de politiques et de cadres légaux et financiers qui encouragent et soutiennent le virage numérique et le changement de culture que celui-ci impose. Il est donc possible de constater que le virage numérique est bel et bien entrepris dans plusieurs pays, dont le Royaume-Uni (R.-U.), les États-Unis (É.-U.), la Finlande, la France et Singapour, pour ne nommer que ceux-là. Ces pays se positionnent aujourd'hui comme des leaders mondiaux et sont en voie de réaliser cette transformation, qui devient de plus en plus critique dans un contexte de globalisation et d'ouverture des marchés. Ces cinq pays ont en commun une volonté commune d'amélioration et un

contexte favorisant le changement, facilités par leurs grands donneurs d'ouvrages publics respectifs.

Construisant sur les leçons apprises d'ailleurs et sur les besoins spécifiques au contexte québécois identifiés au cours de l'étude, une série d'initiatives et d'actions sont proposées dans ce rapport pour encourager et mener à bien le déploiement du BIM et la numérisation de la filière québécoise de la construction. Des pistes sont ainsi proposées pour permettre de saisir les occasions du numérique et de répondre à ses nouvelles exigences, qui demandent à la fois une saine appropriation des nouvelles pratiques, une agilité et une capacité d'anticipation de la part des acteurs qui composent la filière. La collaboration entre la filière québécoise de la construction et le gouvernement est au cœur des initiatives et des actions proposées dans ce rapport. L'établissement des grandes orientations guidant la transformation de la filière et l'orchestration de celles-ci par les donneurs d'ouvrages au moyen d'actes concrets dont la modification des cadres réglementaires, contractuels et financiers trône parmi les pistes d'action recommandées dans

ce rapport. D'autres grandes pistes d'actions se résument comme suit :

- **1.** Adopter une gouvernance harmonisée du virage numérique permettant de regrouper les acteurs du milieu afin de guider le virage culturel et organisationnel essentiel à l'adoption des nouvelles pratiques du numérique en construction;
- **2.** Élaborer une feuille de route québécoise pour mesurer la progression de la filière, qui soit cohérente avec les initiatives nationales et internationales et balisée par des indicateurs de gestion pertinents;
- **3.** Former un réseau de soutien performant pour diffuser l'information, entretenir des lieux d'échange et de communication, publier des cadres de référence et des outils harmonisés et diriger les partenaires vers le soutien financier et professionnel qui correspond à leurs besoins
- **4.** Instaurer un réseau académique favorisant la recherche, l'innovation et la diffusion des connaissances;
- **5.** Accroître et soutenir la demande pour l'innovation et le BIM dans le contexte de projets publics.

Ces pistes d'actions sont incarnées par cinq axes d'intervention présentés ci-après dans le rapport. Au cœur de ces cinq axes, vingt (20) initiatives opérationnalisées par plus de soixante (60) actions concrètes sont proposées pour assurer le virage numérique de la filière québécoise de la construction.

Parmi ces actions, deux devraient être considérés comme prioritaires. La première implique la mise en place d'un organisme neutre sans but lucratif qui regroupe, dans une partenariat fort, à la fois les intervenants de la filière québécoise de la construction et ceux du gouvernement, cet organisme étant dédié à la coordination des efforts, à la mobilisation des acteurs de la filière et à l'arrimage des initiatives québécoises en matière de virage numérique et de déploiement du BIM. La seconde action implique l'accompagnement des donneurs d'ouvrage publics par un organisme public expert afin de les mobiliser et les appuyer dans leur virage au numérique et l'établissement des environnements collaboratifs qui le soutient. Ces deux actions se veulent un premier pas dans un effort à long terme qui aura un impact très important pour l'avenir de la filière québécoise de la construction.

A

LES AXES D'INTERVENTION POUR ASSURER LE VIRAGE NUMÉRIQUE DANS LA FILIÈRE QUÉBÉCOISE DE LA CONSTRUCTION



Axe 1 Leadership et gouvernance, p.51

- A1.1 Faire converger les pôles de gouvernance afin de coordonner les efforts visant à initier et soutenir le virage numérique au Québec, p.54
- A1.2 Inscrire les corps publics comme donneurs d'ouvrage exemplaires, p.56
- A1.3 Accroître la demande en matière de BIM par les donneurs d'ouvrages, p.58
- A1.4 Développer et soutenir une stratégie québécoise de transition vers le numérique pour l'industrie de la construction mettant de l'avant des cibles claires et des mesures suffisantes et concrètes, p.60



Axe 2 Engagement et accompagnement, p.62

- A2.1 Créer un mouvement vers le BIM afin de briser l'inertie, p.64
- A2.2 Mettre en place des incitatifs pour la prise du virage par les entreprises et les institutions, p.66
- A2.3 Faire la promotion des meilleures pratiques dans la livraison et le maintien de notre environnement bâti, p.68
- A2.4 Élargir le bassin de projets par secteur d'activité, p.70



Axe 3 Collaboration et exécution, p.72

- A3.1 Mettre en place un cadre politique, légal et financier favorable au déploiement du BIM, p.74
- A3.2 Développer des standards afin de normaliser le travail là où il gagne à être normalisé, p.76
- A3.3 Cadrer les rôles et responsabilités des acteurs de projet et les adapter aux nouvelles pratiques numériques, p.78
- A3.4 Définir de nouvelles approches collaboratives à la livraison de projet et à son cycle de vie, p.79



Axe 4 Formation et enseignement, p.81

- A4.1 Orienter les curricula et les méthodes d'enseignement et de formation vers les pratiques émergentes, p.83
- A4.2 Appuyer le développement de programmes de formation adaptés aux différents besoins de la filière en matière de BIM, p.85
- A4.3 Assurer l'accessibilité à l'enseignement et à la formation de qualité, p.86
- A4.4 Soutenir l'évaluation des compétences individuelles, p.87



Axe 5 Recherche et développement, p.88

- A5.1 Encourager et accroître les partenariats entre l'académique et l'industrie, p.89
- A5.2 Mettre sur pied un centre québécois dédié à l'intégration des nouvelles technologies en construction, p.91
- A5.3 Développer une plateforme de partage et de centralisation des connaissances et d'outils liés au virage numérique, p.92
- A5.4 Mettre en place un système d'étalonnage pour l'industrie pour mesurer les bénéfices du BIM et favoriser le développement d'une culture d'amélioration continue, p.94

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION, p.3

1. LE VIRAGE NUMÉRIQUE, p.8

- 1.1 L'industrie 4.0, p.9
- 1.2 Les industries ayant pris le virage, p.11
- 1.3 En route vers l'industrie de la construction 4.0, p.12
- 1.4 Le virage numérique et le BIM, p.15

2. L'ÉTAT DU BIM DANS LE MONDE ET AU CANADA : UN SURVOL, p.23

- 2.1 La situation du BIM à l'échelle mondiale, p.24
- 2.2 Différentes approches à l'intégration du BIM, p.26
- 2.3 L'intégration du BIM au Canada, p.34

3. LE BIM AU QUÉBEC, p.37

- 3.1 Le contexte québécois, p.39
- 3.2 Les initiatives stratégiques en cours pour soutenir l'économie numérique et l'innovation, p.43
- 3.3 L'adoption des pratiques du BIM dans l'industrie québécoise, p.45

A LES AXES D'INTERVENTION POUR ASSURER LE VIRAGE NUMÉRIQUE DANS LA FILIÈRE CONSTRUCTION AU QUÉBEC, p.49

- Axe 1 : Leadership et gouvernance, p.51
- Axe 2 : Engagement et accompagnement, p.62
- Axe 3 : Collaboration et exécution, p.72
- Axe 4 : Formation et enseignement, p.81
- Axe 5 : Recherche et développement, p.88

4. CONCLUSION, p.101

5. RÉFÉRENCES, p.104

6. ANNEXES, p.108

Annexe 1 : Résumé des rapports au Québec, p.109

GLOSSAIRE

BCF	format de collaboration BIM
BD	Base de donnée
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Assisted Design
GMAO	Système de gestion de l'entretien assisté par ordinateur
GBQ	Groupe BIM du Québec
IBC	Institut pour le BIM au Canada
IDM	Information Delivery Manuals
IFC	Industry Foundation Class
IFD	International Frameworks Dictionary
MDB	Modélisation des données du bâtiment
MESI	Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation
MVD	Model View Definitions
NTIC	Nouvelles technologies de l'information et des communications
PAEN	Plan d'action en économie numérique
PTNB	Plan de transition numérique dans le bâtiment (Fr.)
SQI	Société Québécoise de Infrastructures

INTRODUCTION





INTRODUCTION

À l'heure actuelle, la majorité des secteurs de l'économie mondiale doivent composer avec une 4^e révolution industrielle. Cette révolution numérique repose sur la convergence des technologies, qui permet désormais la capture des données pertinentes en temps réel et un partage continu et instantané entre les différents intervenants, permettant ainsi d'accentuer fortement la collaboration afin d'améliorer la performance. En effet, certains secteurs, dont celui du manufacturier, ont plus que doublé leur productivité au cours des 50 dernières années grâce aux technologies. Cette amélioration de la performance ne fait que s'accélérer grâce à l'industrie 4.0.

Il en est tout autrement pour la filière construction, qui a connu une stagnation, voire une baisse de sa productivité depuis les années 1960. La 4^e révolution industrielle en construction, mieux connue sous le

nom de construction 4.0, offre un potentiel sans précédent pour accroître la performance et la productivité de toute la filière. Cette révolution se traduit par la numérisation de l'environnement bâti, la virtualisation de sa conception, de sa construction et de son maintien, la préfabrication de ses composantes en usine, l'utilisation de la réalité virtuelle et augmentée et l'impression 3D pour ne nommer que celles-là. Parmi ces technologies et ces nouvelles approches, le BIM est la clé de voûte de la construction 4.0. Le BIM se définit comme le développement d'une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un bâtiment ou d'un ouvrage dans un but de visualisation, d'analyse et de validation. Cette modélisation sert de plateforme de partage de connaissances et de données, en plus d'être un outil d'aide à la décision durant le cycle de vie d'un projet.

Tandis que cette révolution prend son essor ailleurs dans le monde, la filière québécoise de la construction peine à entreprendre pleinement le virage numérique. Traditionnellement fragmentée et résistante aux changements, un constat fait à maintes reprises par plusieurs instances au Québec, le virage numérique dans cette filière pose de nombreux défis d'ordre culturel, organisationnel, opérationnel, fonctionnel et technique. Ces changements impliquent également tous les acteurs de la filière, ce qui signifie que les actions à entreprendre doivent être structurées, cohérentes et ciblées pour assurer le succès du virage. L'heure n'est plus à comprendre la nécessité des changements, mais plutôt à trouver des moyens efficaces pour susciter et soutenir ce changement afin que la filière québécoise de la construction reste compétitive à l'échelle mondiale et maximise sa contribution à la société québécoise.

Mandaté par le MESI, le GBQ a conduit l'étude et élaboré un rapport exécutif afin de recommander des mesures concrètes qui doivent servir de base pour la mobilisation des principaux intervenants du secteur de la construction du Québec vers l'adoption du virage numérique. Cette initiative s'inscrit dans le cadre de la publication de la feuille de route 4.0, émise dans le récent rapport intitulé « Plan d'action en économie numérique »¹, lequel prévoit une campagne de sensibilisation au numérique, comprenant plusieurs outils et actions pour accélérer la transformation numérique des entreprises. Ce plan marque la volonté du gouvernement du Québec d'être un chef de file par la voie d'une démarche participative, évolutive et complémentaire aux initiatives publiques et privées déjà en œuvre.

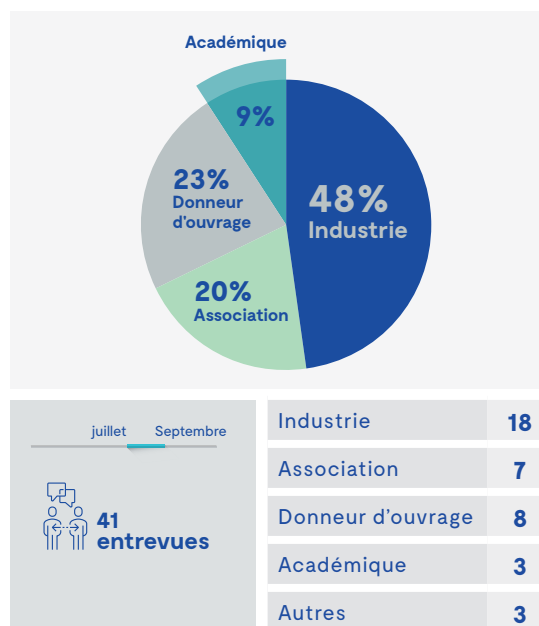
La portée de l'étude couvre les trois parties distinctes mais complémentaires suivantes :

- 1. Une revue des avantages et des défis liés à un déploiement généralisé des outils et des pratiques du BIM, notamment par le biais des initiatives internationales entreprises en ce sens;
- 2. L'identification des caractéristiques et des besoins de la filière québécoise de la construction de même que les possibilités qui lui sont offertes en matière de déploiement du BIM;
- 3. Le développement de recommandations liées à des axes de réflexion pour stimuler le déploiement du BIM, à des cibles pour baliser le succès du déploiement et à une série de mesures concrètes visant à mobiliser et à soutenir les intervenants de la filière.

1 Source : PAEN <https://www.economie.gouv.qc.ca>

L'étude s'est déroulée entre juillet et septembre 2017, par l'entremise d'entrevues semi-dirigées avec des intervenants de la filière québécoise de la construction, identifiés par les membres des associations participantes à la Table multisectorielle². Les entrevues portaient sur le déploiement du BIM au Québec. Au total, 39 individus agissant au sein de la filière québécoise de la construction ont été rencontrés. Ces derniers ont été ciblés pour leur expertise et leurs connaissances du BIM et du contexte québécois. Les participants provenaient de l'un des secteurs suivants : construction de bâtiments résidentiels, institutionnels, commerciaux et industriels, incluant l'industrie de la préfabrication. Les secteurs du génie civil et de la voirie n'étaient pas inclus dans l'étude, et ce, afin de concentrer l'effort sur le secteur du bâtiment (quoique le secteur du génie civil et des grands ouvrages d'art pourrait aussi bénéficier grandement de l'approche BIM).

La répartition des participants est indiquée dans le tableau ci-dessous :



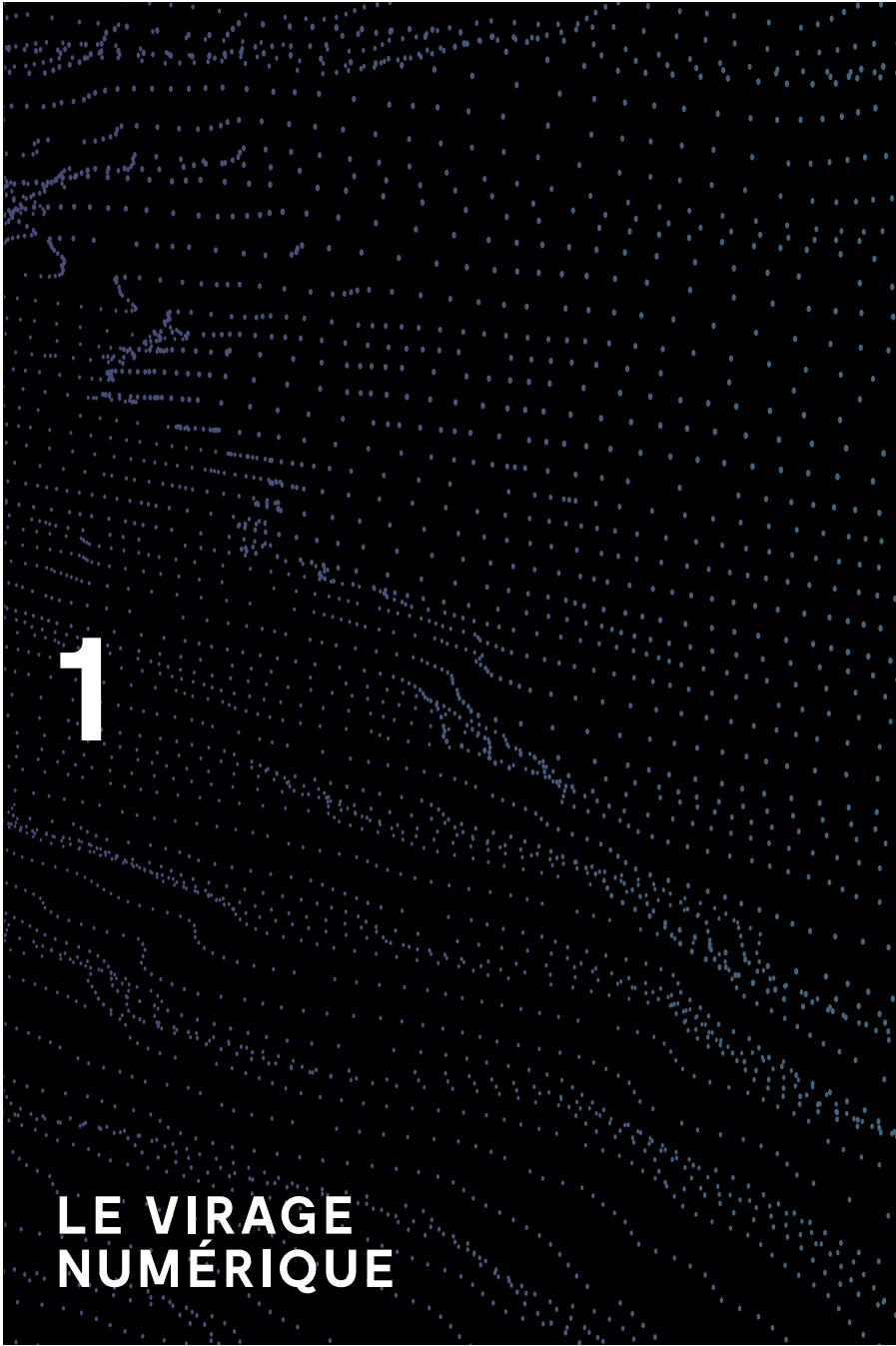
Les entrevues ont été élaborées et analysées selon des thèmes pertinents liés au virage numérique et au déploiement du BIM : répercussions, possibilités offertes, besoins, actions à entreprendre et défis posés.

Les réponses obtenues et analysées ont permis d'identifier les cibles et les besoins des acteurs de la filière québécoise de la construction. Les éléments recueillis ont été regroupés selon cinq axes d'intervention, desquels découlent 20 actions structurantes pour accélérer le virage numérique et le déploiement du BIM dans la filière québécoise de la construction.

² Note : Voir section 3.3 pour plus de détails

Personnes interviewées

Alain Boilard	Université de Montréal	Jonathan Bisson	Bisson associé
Amin Hammad	Université Concordia	Joseph Faye	Association de la Construction du Québec
André Cazelaïs	Ville de Montréal	Julien T. Lessard	Beaudoin Canada
Anik Shooner	Menkès Shooner Dagenais Letourneux Architectes et Association des Architectes en pratique privée du Québec	Louis Tremblay	Ville de Québec
Audrey Murray	Commission de la Construction du Québec	Luc Martin	École de Technologie Supérieure
Catherine Jobin	Ville de Montréal	Maged Abdelsayed	Deloitte Canada
Christian Renault	Ordre des ingénieurs du Québec	Mahdi Remaoun	Groupe Schéma / GLT+
Claude Bourbeau	Provencher Roy + Associés Architectes inc.	Marc Vézina	Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation
Claude Giguère	Pageau Morel et Institut pour le BIM au Canada	Martin Roy	Profab
Claude Poulin	CIMA+	Mathieu Comeau	Deblois, avocats s.e.n.c.r.l.
Daniel Barbeau	Groupe Canam inc.	Nicolas St-Pierre	EBC inc.
Daniel Lapalme	CGA Architect inc.	Olivier Pellerin	DETEO
Dominic Lemieux	Peikko	Raphaël Cayer	Aéroport de Québec inc.
Félix Côté	Groupe Régis Côté	Rym Isma Raoui	Régie du Bâtiment du Québec
Guy Paquin	Société québécoise des infrastructures	Salvatore Argento	Sept Frères Construction G2 inc.
Ivanka Iordanova	Pomerleau	Sébastien Caron	Groupe Beaudoin
Jean Rochette	Ville de Québec	Sébastien-Paul Desparois	Ordre des architectes du Québec
Jean-François Lapointe	Cegep Limoilou	Simon Brodeur	Cégep du Vieux Montréal
		Souha Tahrani	Aedifica architecture et design
		Turin Bolduc	Ventilation CF
		3 répondants anonymes	



1

LE VIRAGE NUMÉRIQUE

1. LE VIRAGE NUMÉRIQUE

Le virage numérique dans la filière construction est une réponse directe aux défis considérables dont celle-ci fait face. L'information est au cœur du virage. Alors qu'avant, l'information se transmettait sur un média papier, le numérique transforme la relation fondamentale entre l'acteur et l'information générée et consommée pour accomplir ses tâches. En effet, le passage aux pratiques numériques permet notamment de récupérer, de reproduire, de rééditer, de transformer l'information, ce qui mène à une meilleure représentation de problématiques complexes et permet une plus grande efficacité dans la conduite des activités humaines. C'est ainsi que le virage numérique dans la filière construction se démarque : les vannes de l'information au sein de notre environnement bâti s'ouvrent.

Selon le PAEN, l'industrie 4.0 est la « quatrième révolution industrielle qui voit les technologies numériques s'intégrer au cœur des processus industriels. Les nouvelles usines intelligentes de l'industrie 4.0 se caractérisent par une communication continue et instantanée entre les différents outils et postes de travail intégrés dans les chaînes de production et d'approvisionnement.[...] »

1.1 L'industrie 4.0

Le concept d'industrie 4.0 correspond à une nouvelle façon d'organiser les moyens de production, notamment par la mise en place d'usines dites intelligentes, capables d'une plus grande adaptabilité dans la production et d'une affectation plus efficace des ressources, ouvrant ainsi la voie à une nouvelle révolution industrielle.

À titre d'exemple, l'usine 4.0 est associée à :

- Des automates qui pilotent l'approvisionnement et la fabrication en temps réel;
- Des capteurs capables de récolter, d'exploiter et de transmettre l'information;
- Des logiciels de gestion du cycle de vie des produits;
- Toutes les technologies émergentes en fabrication »

Quant à elle, « L'entreprise numérique représente un modèle de fonctionnement optimal, où les systèmes d'information sont intégrés à partir de données numériques dans toute la chaîne de valeur de l'entreprise, y compris en appui à la production, à la décision et à la livraison des services.

L'entreprise numérique investit substantiellement en nouvelles technologies de l'information et communications (NTIC) possède des applications à la fine pointe, en plus de consacrer des efforts notables au développement des compétences numériques »³.

Fondamentalement, l'industrie 4.0 appelle à la transformation des pratiques en soutenant de nouveaux modèles d'affaires qui sont centrés sur le client en rattachant les incitatifs aux résultats quantifiés, en proposant une offre intelligente en termes de produits et de services répondant aux besoins spécifiques du client et en intégrant les processus de la chaîne de valeur pour offrir un produit flexible qui répond à la demande du client.

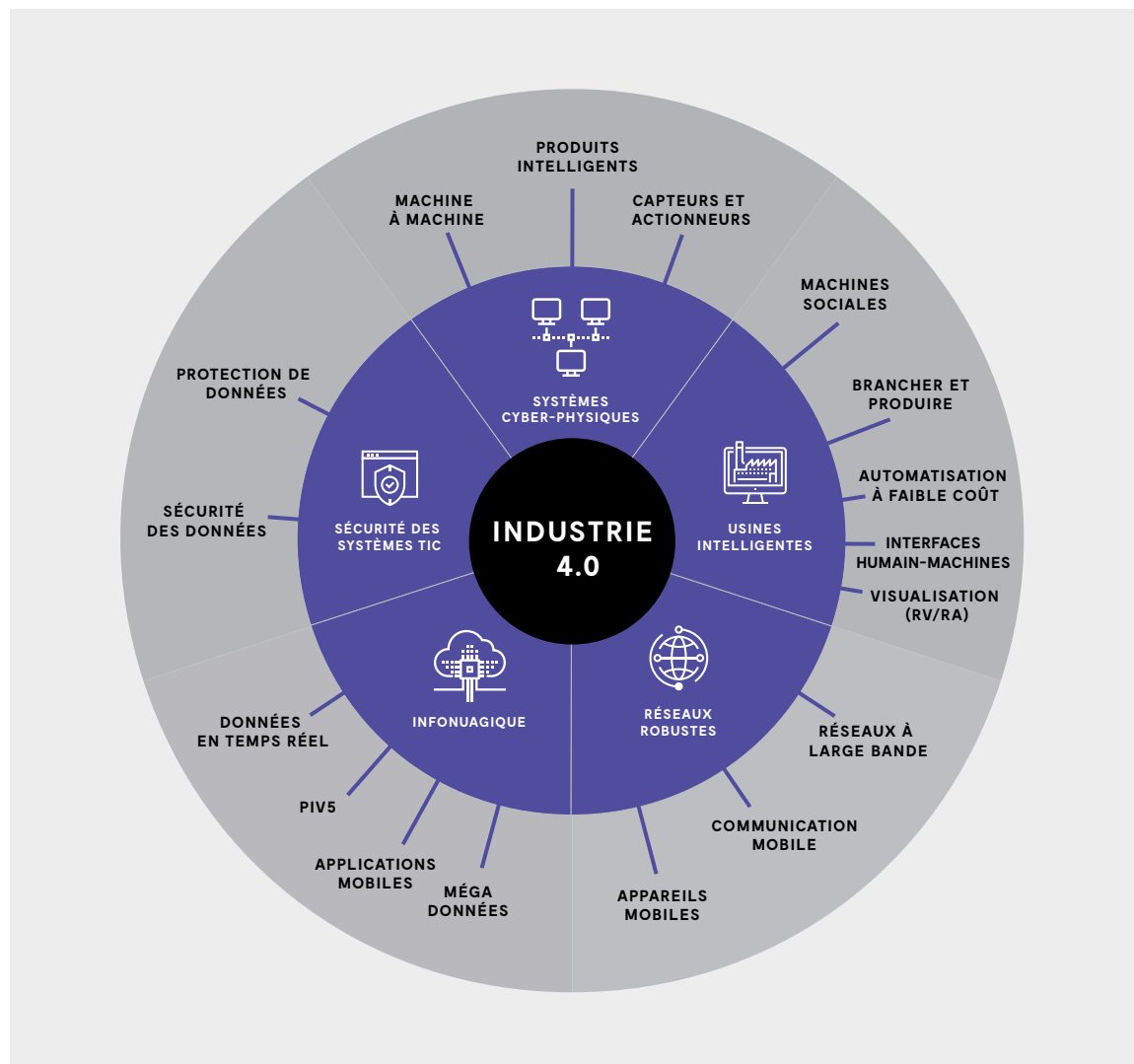


Figure 1 – Noyau de l'industrie 4.0

³ Source: Plan d'action en économie numérique, Gouvernement du Québec, 2016, p.67

1.2 Les industries ayant pris le virage

Les industries manufacturière, automobile et aérospatiale sont parmi les premières à avoir entrepris le virage numérique dans les années 1980. L'accélération des développements technologiques au cours des dernières années n'a fait qu'accroître leur performance et leur rapidité d'exécution. En effet, le développement des NTIC a amené ces industries dans l'ère de la personnalisation de masse, les transformant en industries agiles qui répondent précisément aux demandes des clients tout en étant dynamiques et efficaces dans le développement et la livraison d'un produit. Ces industries saisissent les avantages distincts de l'ère numérique pour générer cette efficacité, leur permettant ainsi de réduire les coûts tout en améliorant la qualité. Elles maintiennent ainsi leur compétitivité dans un monde de plus en plus concurrentiel.

Ces industries visent une numérisation complète, soit l'interconnexion entre les machines, les bases de données (BD) et les équipements (les systèmes cyberphysiques), l'intégration verticale des secteurs de l'entreprise et l'intégration horizontale de la chaîne d'approvisionnement, les machines intelligentes capables d'échanges autonomes d'information, les usines intelligentes, ainsi que le contrôle et l'optimisation en temps réel. Il s'agit des clés de l'industrie 4.0. La figure suivante illustre la position de la filière construction mondiale en matière de numérisation. Elle se retrouve à l'avant-dernier rang.

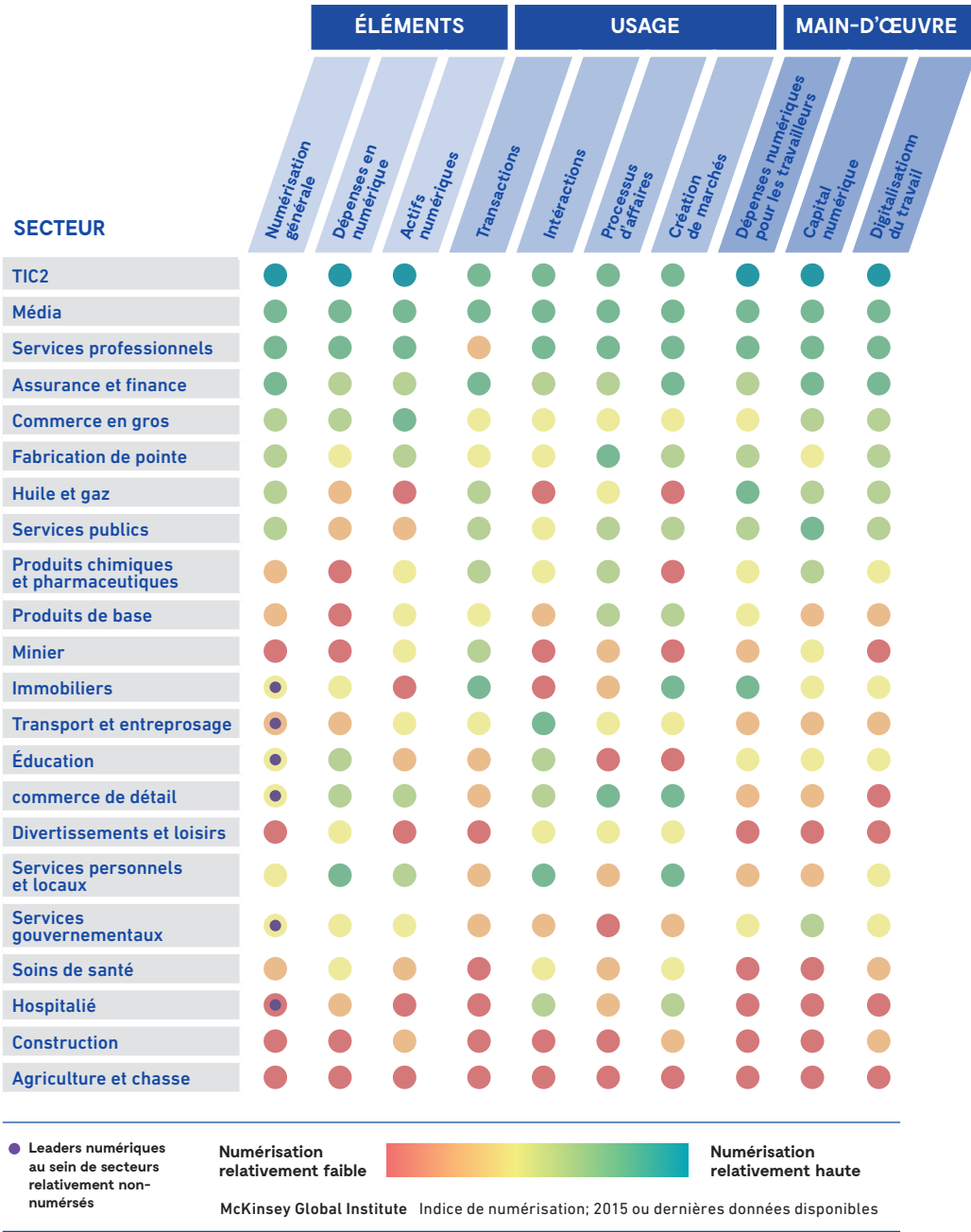
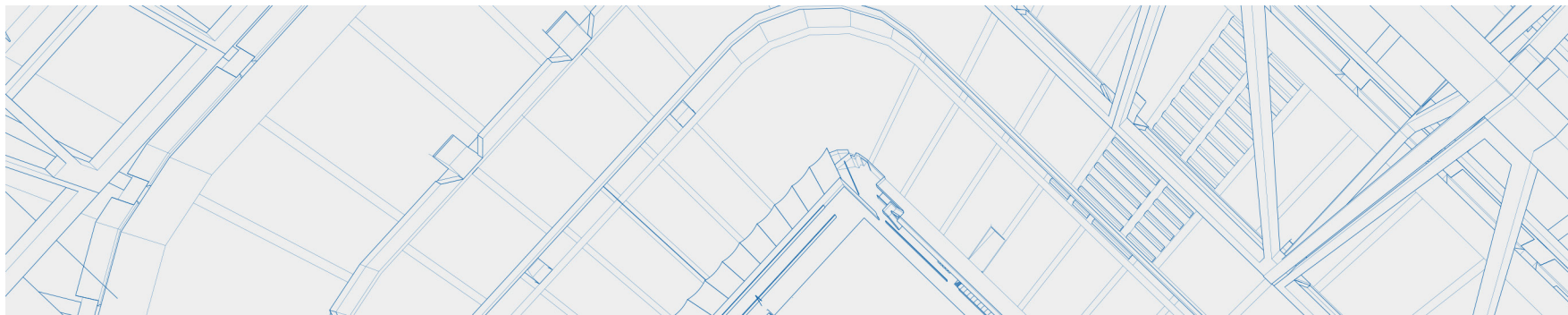


Figure 2 – Index des secteurs d'industrie touchés par la numérisation



DE NOUVEAUX RÔLES DANS L'INDUSTRIE 4.0

- La gestion des données;
- La sécurité des données;
- L'interaction humain-machine;
- La conception d'interfaces utilisateurs;
- Le développement logiciel ;
- La programmation;
- La science des données;
- L'analytique.

1.3 En route vers l'industrie de la construction 4.0

La filière construction n'échappe pas au virage numérique. Partout dans le monde, des entreprises de la filière développent des outils, ajustent leurs pratiques et adaptent leurs stratégies d'affaires pour saisir les occasions offertes par ce changement de paradigme. La construction 4.0 se caractérise par la numérisation de l'environnement bâti. Ceci se traduit par une application des principes de l'industrie 4.0 à la filière construction. On parle ainsi de nouveaux modèles d'affaires, d'offres intelligentes ainsi que de numérisation et d'intégration de la chaîne d'approvisionnement. En ce sens, la construction 4.0 implique l'intégration (ou l'harmonisation) des différents systèmes informatiques utilisant une même BD et pouvant communiquer entre eux, une intégration verticale et horizontale de la chaîne

d'approvisionnement, des machines intelligentes capables d'échanger de l'information de façon indépendante, des produits clairement identifiés et localisables (en chantier, par exemple) ainsi qu'un contrôle et une optimisation d'un produit en temps réel. Ces nouvelles technologies aident à améliorer non seulement la productivité (et la réduction des coûts), mais aident à réduire également les délais d'un projet, supportent l'amélioration de la qualité des biens livrables bâtis, amélioreront la santé et la sécurité en chantier ainsi que les conditions de travail et favoriseront l'atteinte de cibles environnementales ambitieuses. La figure 3 à la page suivante, adaptée du PAEN, illustre l'influence du numérique sur la construction et la portée des opportunités que le virage représente.



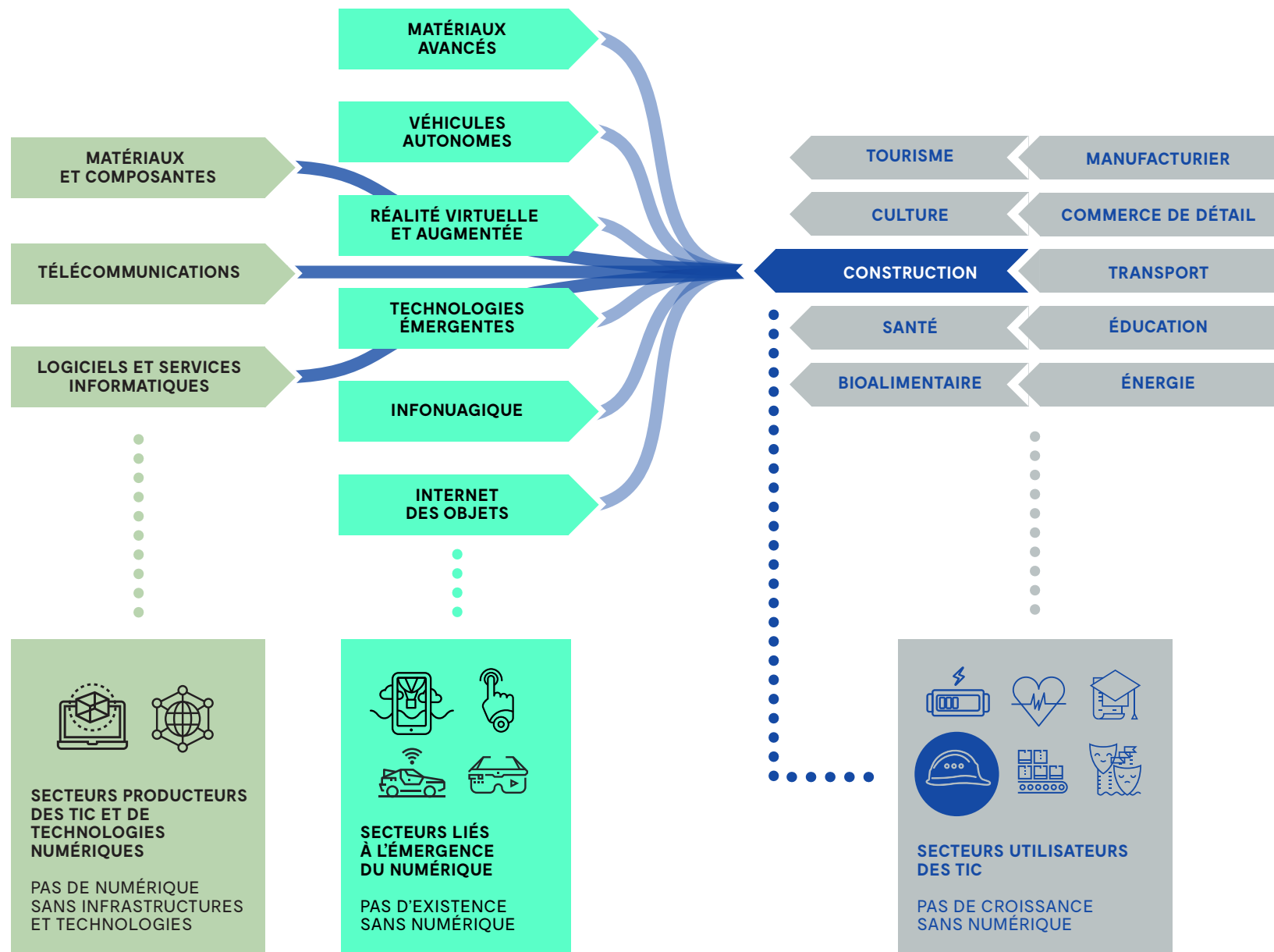


Figure 3 – Périmètre du numérique

Adapté du Plan d'action en économie numérique, Gouvernement du Québec, 2016, p.12



LES DÉFIS

La mise en place d'une stratégie numérique intégrée à la stratégie d'entreprise et incluant l'acquisition de nouvelles technologies représente certains défis. En voici les principaux :

- Les investissements requis pour adapter les outils technologiques actuels et acquérir les logiciels et les équipements complémentaires;
- L'harmonisation des rôles, des normes et des processus qui facilitent le partage des données (en respectant la responsabilité professionnelle des différents intervenants);
- La révision des façons de faire et des procédés, notamment la préfabrication en chantier;
- La gestion de la sécurité technologique afin de protéger l'information sensible et le savoir-faire;
- L'accès aux spécialistes en technologies numériques;
- Le développement de nouvelles compétences et l'accès à des formations et à du soutien adéquat pour les entreprises et les divers intervenants du milieu.

Source : Forum Économique Mondial

1.4 Le virage numérique et le BIM

Le virage numérique dans la filière construction se caractérise principalement par le passage d'une réalisation et d'une gestion centrée sur des sources d'informations statiques (les plans et devis papier par exemple) vers une réalisation et une gestion axée sur une source d'information fédérée et réutilisable à diverses fins. Le BIM se retrouve au cœur du virage construction 4.0. Il est défini comme le développement d'une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un bâtiment (ou d'un ouvrage) dans un but de visualisation, d'analyse et de validation⁴.

En effet, le BIM représente la clé de voûte du virage numérique, puisqu'il fournit l'environnement technologique nécessaire pour formaliser la virtualisation des données de l'ouvrage (aussi appelée la modélisation). La modélisation sert de plateforme pour le partage des connaissances et des données, en plus d'être un outil d'aide à la décision durant le cycle de vie d'un projet. En d'autres termes, les données générées dès les premières étapes de la conception d'un ouvrage pourront être réutilisées

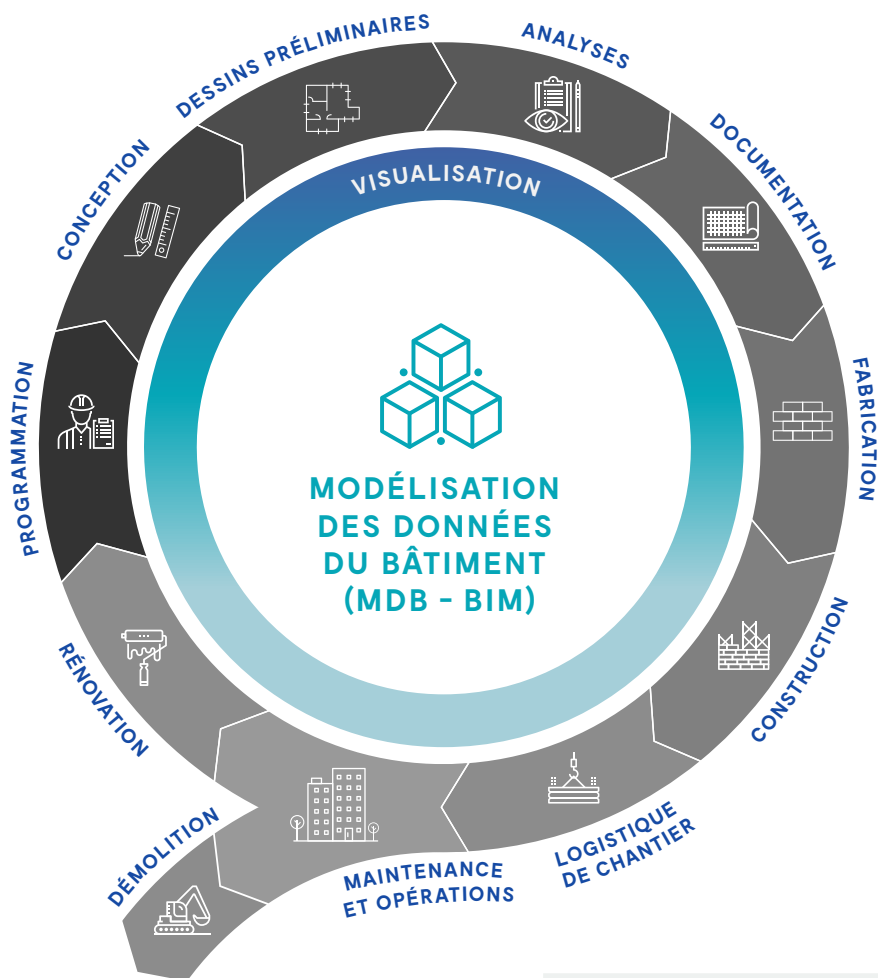


Figure 4 – Le BIM et le cycle de vie de l'ouvrage

4 National BIM Standard – United States™ Version 2, 2012

Il existe de plus en plus de preuves empiriques que le BIM, déployé dans un environnement approprié, peut conduire à des gains importants en qualité et en efficacité.

et exploitées au sein d'une panoplie de technologies complémentaires servant à concevoir, à construire, à exploiter, à occuper et à disposer d'un ouvrage. À titre d'exemple, grâce aux paramètres 3D et à l'information sous-jacente, la maquette numérique peut servir à la fabrication de composantes du bâtiment au moyen de robots, ou encore permettre le transfert des informations utiles vers les systèmes de gestion de l'entretien assisté par ordinateur (GMAO) des clients qui opèrent et maintiennent les actifs immobiliers.

Il est attendu que les nouvelles technologies évolueront à une vitesse accélérée au cours des prochaines années. Ainsi, de nouveaux outils et de nouvelles fonctionnalités ne cesseront de voir le jour. Par contre, les fondements du BIM resteront les mêmes : un processus collaboratif de développement et de gestion d'une maquette numérique intégrée contenant les informations du cycle de vie d'un ouvrage. Il existe de plus en plus de preuves empiriques que le BIM, déployé dans un environnement approprié, peut conduire à des gains importants en efficacité et en efficacité. Ces gains sont attribuables aux flux d'information de haute qualité qui entraînent moins d'erreurs et soutiennent l'optimisation globale du cycle de vie des actifs. Il en résulte des bénéfices clairs et quantifiables.

L'écosystème du BIM

- Les services infonuagiques;
- L'environnement de données communes;
- L'interopérabilité;
- Les solutions de travail collaboratif;
- Les normes ouvertes pour le BIM (IFC);
- Les objets BIM;

- Le cadre légal;
- La modélisation des données du projet;
- La modélisation des données de l'actif;
- La modélisation 4D, 5D, 6D et 7D;
- La formation, l'accréditation et la normalisation.

Le "Open BIM": des normes ouvertes internationales pour soutenir la collaboration

Le BIM ouvert est une « approche universelle pour la conception collaborative, la réalisation et l'exploitation de bâtiments basée sur des normes et un déroulement ouvert des opérations ». L'idée est « d'avoir des définitions sectorielles pour chaque objet que nous utilisons pour concevoir, construire et entretenir des bâtiments. définitions standard pour les relations entre ces objets »

Traduit de
<http://buildingsmart.org/standards/technical-vision/>

Les usages du BIM

La représentation numérique des caractéristiques d'une infrastructure peut être d'intérêt pour tous les intervenants dans un projet. Si la superficie d'une pièce peut être nécessaire à l'ingénieur mécanique pour la conception du système de ventilation, la même information pourra par la suite être réutilisée par le propriétaire de l'immeuble pour planifier le réaménagement de bureaux.

Du point de vue de la gestion de l'information d'un projet, il est possible de distinguer trois grandes phases constituant le cycle de vie d'une infrastructure, soit la planification, la conception, la construction et l'exploitation. Pour chacune de ces phases, il est possible d'identifier sept catégories principales d'usage du BIM :

- 1. Saisie et représentation numériques;
- 2. Planification et conception;
- 3. Simulation et estimation;
- 4. Construction et fabrication;
- 5. Opération et entretien;
- 6. Suivi et contrôle;
- 7. Relais et prolongation;

Trois catégories communes aux trois grandes phases de projet, soit :

1. La modélisation générale;
2. La modélisation spécialisée selon le domaine;
3. La modélisation personnalisée.

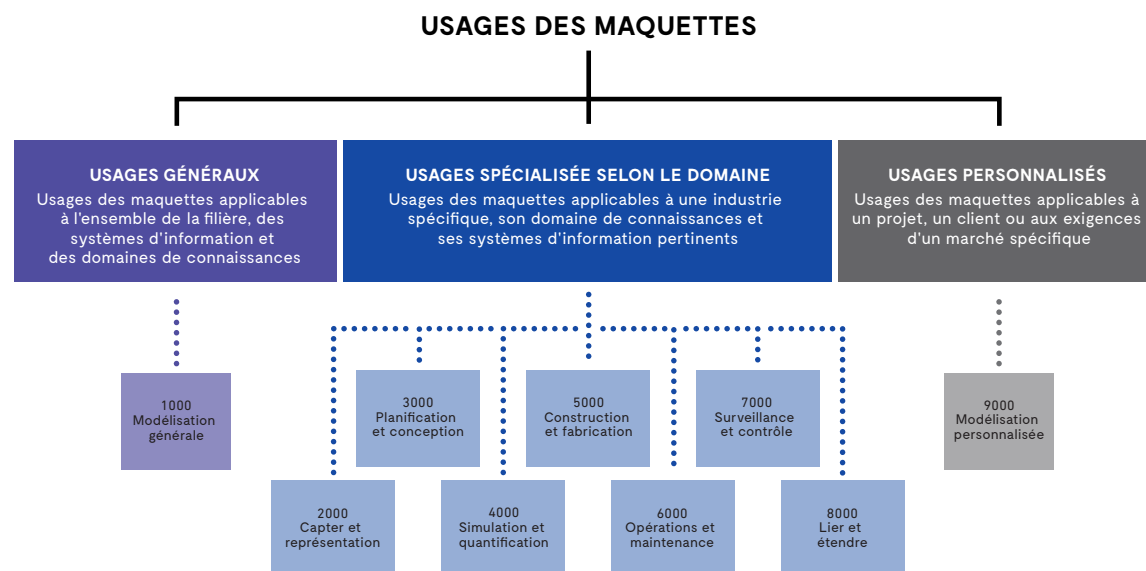


Figure 5 – Catégories d'usage du BIM

Adapté de <http://bimexcellence.org>

Dans les faits, le BIM est un processus par lequel est manipulée (extraite, introduite, modifiée, etc.) une information provenant d'une maquette numérique pour soutenir un usage ou une tâche précise. Par exemple, dans la catégorie d'usage « Simulation et estimation », une équipe de conception pourra utiliser le BIM pour faire un relevé préliminaire de quantités, une détection d'interférences entre les éléments (de structure et de mécanique, par exemple), mais aussi une analyse de l'ensoleillement ou de la conformité du concept par rapport aux codes et aux normes en vigueur. Évidemment, ces usages peuvent varier d'un intervenant à l'autre (même lorsqu'il s'agit de la même catégorie d'intervenants) en fonction, par exemple, de ses besoins, de son parc informatique, des logiciels utilisés, etc.

Les définitions d'usage peuvent être documentées dans les gabarits d'implantation du BIM pour un projet spécifique, ou encore être uniformisées à l'échelle d'une entreprise. Par exemple, un client pourrait demander un usage du BIM pour modéliser le projet à partir de la phase de conception préliminaire et que l'information soit par la suite utilisée pour la détection des interférences et le relevé des quantités à des fins de construction.

Les avantages et les possibilités du BIM

À la lumière des autres expériences internationales et des données colligées jusqu'à maintenant, il est estimé que d'ici 2025, la numérisation à grande échelle de notre environnement bâti entraînera des économies de coût global annuel de 13 à 21 % dans les phases de conception et de construction et de 10 à 17 % durant l'exploitation de l'ouvrage⁵.

Dans le contexte québécois, uniquement en ce qui a trait aux dépenses en immobilisation, cela représente entre 3 et 5 G\$ d'économies par année.

Les possibilités liées au virage numérique et au déploiement du BIM à grande échelle sont nombreuses. L'EU BIM Handbook mentionne, entre autres, les possibilités liées à une plus grande productivité du secteur, ce qui résulte en plus d'actifs bâtis pour les mêmes dépenses, en une meilleure qualité des biens publics construits, en une capacité accrue d'adapter l'environnement bâti aux défis de développement durable et des changements climatiques, en la nécessité d'une économie

Dans le contexte québécois, uniquement en ce qui a trait aux dépenses en immobilisation, la numérisation à grande échelle de notre environnement bâti entraînerait entre 3 et 5 G\$ d'économies par année.

circulaire, en une augmentation de la transparence de la filière construction et de sa performance, en de nouvelles possibilités pour la croissance du secteur par des exportations et des offres de services supplémentaires et, finalement, en une filière plus forte et plus qualifiée en technologies numériques, attirant des talents et des investissements.

⁵ The Boston Consulting Group, 'Digital in Engineering and Construction: The Transformative Power of Building Information Modeling' 2016

Les avantages du BIM s'étendent à tout le cycle de vie de l'actif bâti et se déclinent en termes de bénéfices économiques, environnementaux et sociaux. De plus, le virage numérique ouvre de nouvelles opportunités incluant de nombreuses occasions d'affaires connexes à la construction, dont le développement d'outils numériques. Entre autres :



Les bénéfices économiques sur le plan sectoriel :

- Une augmentation de la productivité au chantier de 20 à 28 %;
- Une amélioration de la compétitivité du secteur de la construction;
- Un accroissement de la capacité d'exportation du savoir-faire;
- Un accroissement de l'industrie du service numérique;
- Un pas vers le marché numérique unique;



Les bénéfices économiques sur le plan l'environnement bâti :

- Une réduction des coûts de construction de 3 à 10 %;
- Une diminution de la durée du projet (de la conception à la mise en service) de 7 à 19 %;
- Une baisse des reprises en chantier de 50 à 95 %;
- Une réduction des coûts d'entretien et d'opération;
- Entre 66 à 98 % de réduction du temps d'intervention en phase d'opération;
- Entre 55 à 80 % de réduction en temps de travail en phase d'opération;



Les bénéfices environnementaux sur le plan sectoriel :

- Une amélioration de l'utilisation des ressources;
- Un pas vers l'économie circulaire;
- Une efficacité des ressources en infrastructure de données;



Les bénéfices environnementaux sur le plan de l'environnement bâti :

- Une réduction du gaspillage en chantier;
- Une optimisation de l'utilisation de l'énergie en mode opération;
- La possibilité d'une évaluation du cycle de vie complet de l'actif en opération;



Les bénéfices sociaux sur le plan sectoriel :

- Des emplois plus sécuritaires;
- Un meilleur pouvoir d'attraction de la relève pour l'industrie;
- Une sécurité des données accrue;
- Une attraction des talents numériques pour la construction.



Les bénéfices sociaux sur le plan de l'environnement bâti :

- Des normes de santé et de sécurité plus élevées;
- Un engagement et une consultation publique améliorés;
- Des retombées sociales améliorées (soins aux patients et apprentissage des élèves);

De façon globale, les avantages et les bénéfices liés au virage numérique et au déploiement du BIM ne se concrétiseront que si l'ensemble de la filière est prêt à travailler en collégialité.

LES DÉFIS LIÉS À L'ADOPTION DU BIM

Les défis liés au virage numérique et à l'adoption du BIM sont nombreux. De façon globale, les avantages et les bénéfices liés au virage numérique et au déploiement du BIM ne se concrétiseront que si l'ensemble de la filière est prêt à travailler en collégialité. Ainsi, la coordination et la mise à niveau collective deviennent des enjeux de taille. De plus, dans un contexte où le virage est laissé au marché libre, comme c'est le cas au Québec et au Canada, le déploiement du BIM devient une décision d'entreprise et se fait à risque, ce qui cause un frein au virage. Ce frein se transpose à la grandeur de l'industrie, ce qui amène une certaine stagnation en la matière. La mise en place d'une stratégie est vue comme étant critique pour sortir l'industrie de ce cercle vicieux.

Une autre menace au déploiement est liée au déploiement ad hoc et non structuré du BIM. Ce type de déploiement ne vient cibler que quelques usages du BIM par un nombre limité d'intervenants de la filière. Cette façon de faire ne permet pas de capter

la pleine valeur du BIM et d'engendrer plusieurs autres bénéfices importants. Une approche globale et structurante est nécessaire à l'échelle québécoise pour accélérer le changement et rattraper le retard accumulé par notre industrie.

Les défis mentionnés ci-dessus et un bon nombre d'autres, qu'ils soient stratégiques, opérationnels ou techniques sont adressés dans les axes d'intervention développés dans ce document. C'est en mettant en œuvre des actions concrètes que le virage numérique sera pleinement entrepris par la filière québécoise de la construction.



BARRIÈRES TECHNOLOGIQUES À L'IMPLANTATION DU BIM

- Pratiques de gestion des données et de l'information non définie;
- Manque de données ou données inutiles dans la maquette;
- Manque de sécurité des données;
- Coût de l'infrastructure et des outils informatiques;
- Performance inadéquate de l'infrastructure informatique;
- Manque d'homogénéité dans l'infrastructure informatique des firmes impliquées;
- Limitations des logiciels;
- Manque d'interopérabilité entre les logiciels.



BARRIÈRES ORGANISATIONNELLES À L'IMPLANTATION DU BIM

- Fractionnement des contrats entre les professionnels;
- Structures d'honoraires ne correspondant plus à la répartition de l'effort dans le cycle de vie du projet;
- Recherche du plus bas soumissionnaire;
- Iniquité dans la distribution du risque et des incitatifs financiers;
- Nature temporaire et unique du projet;
- Rôles et responsabilités mal définis;
- Biens livrables et exigences ambigus;
- Objectifs et attentes non partagés entre les firmes impliquées ainsi qu'avec le client;
- Conflits entre les utilisateurs des logiciels CAD 2D et ceux du BIM;
- Manque d'engagement des donneurs d'ouvrage pour le BIM dans l'industrie;
- Absence des entrepreneurs et des sous-traitants durant la conception;
- Nombre d'intervenants et diversité;
- Manque de compréhension entre les disciplines.



BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DU BIM SUR LE PLAN DES RESSOURCES HUMAINES (RH)

- Absence de gestion du changement à l'intérieur de l'organisation ou de l'industrie;
- Manque de personnel qualifié;
- Coût de la formation du personnel;
- Qualification et niveau de maîtrise du BIM;
- Absence de méthodes pour évaluer le niveau de maîtrise du BIM et la performance du projet;
- Manque de compétences en numérique.



BARRIÈRES À L'IMPLANTATION DU BIM SUR LE PLAN DES PRATIQUES D'AFFAIRES

- Aucun plan de gestion du BIM au sein de l'entreprise;
- Plan de gestion du BIM imposé par le client;
- Flux de travail mal défini entre les équipes;
- Absence de normes partagées;
- Confiance dans les informations contenues dans la maquette;
- Protection des droits sur la propriété intellectuelle;
- Difficulté d'établir des relations à long terme avec d'autres organisations;
- Aucune possibilité de choisir les membres de l'équipe de projet lors de la formation de celle-ci.

2

L'ÉTAT DU BIM DANS LE MONDE ET AU CANADA : UN SURVOL

2. L'ÉTAT DU BIM DANS LE MONDE ET AU CANADA : UN SURVOL



Le déploiement du BIM s'accélère autour du globe. Plusieurs gouvernements ont reconnu l'importance de leur filière construction et ont entrepris à grande échelle les efforts menant à l'amélioration de la performance de ce secteur névralgique.

Bon nombre de gouvernements ont agi de façon concertée avec les acteurs de l'industrie afin de développer des stratégies pour guider le virage numérique. Le Québec peut s'inspirer des leçons apprises ailleurs afin d'accélérer le virage numérique et d'assurer sa pertinence pour le Québec.

2.1 La situation du BIM à l'échelle mondiale

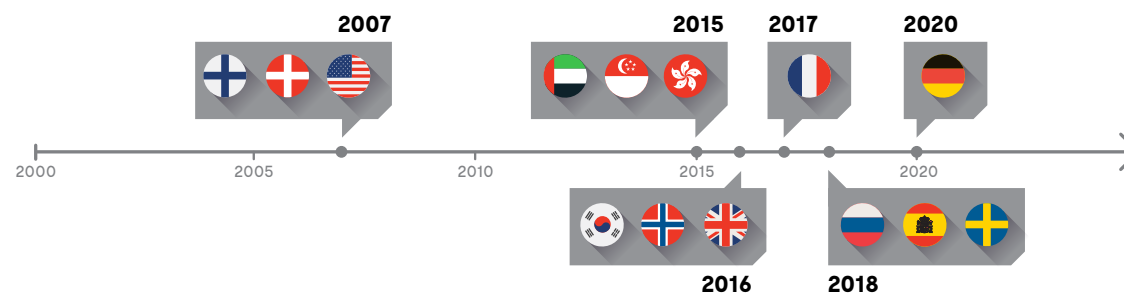


Figure 7 – Mandats BIM dans certains pays

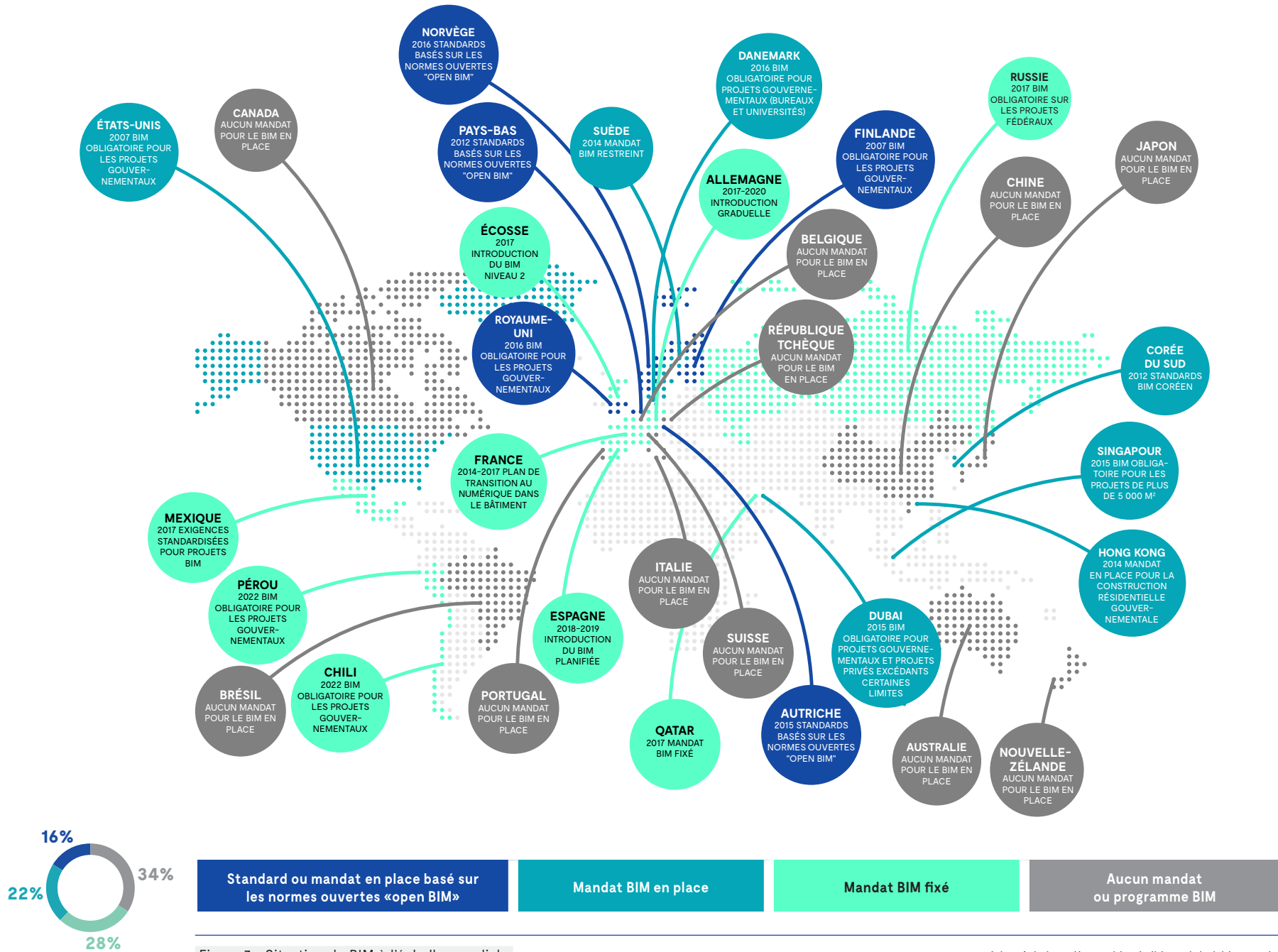


Figure 7 – Situation du BIM à l'échelle mondiale

Adapté de <http://www.bicp.ie/bicp-global-bim-study/>

2.2 Différentes approches à l'intégration du BIM

Dans un récent rapport, le World Economic Forum mettait de l'avant que la plupart des industries ont grandement profité d'innovations, augmentant ainsi considérablement leur productivité. Malgré les avancées majeures dans ces industries, le secteur de la construction est toujours hésitant à explorer pleinement les possibilités offertes par les nouvelles technologies. Le portait change cependant rapidement, et le World Economic Forum classe le BIM comme étant l'une des innovations qui porteront ce changement. Plusieurs pays, par le biais de leurs sociétés immobilières publiques, ont déjà ouvert la voie en mettant en place diverses stratégies pour augmenter la qualité ainsi que maintenir la pérennité de leurs infrastructures à l'aide du BIM.

LA FINLANDE



La Finlande est considérée, avec le R.-U., comme étant l'un des pays les plus avancés au monde en matière d'implantation du BIM.

La responsabilité sociale demeure le principe fondamental qui dicte les activités économiques du gouvernement de la Finlande. Ainsi, ses objectifs s'articulent autour du développement durable et la responsabilité environnementale. Le gouvernement finlandais utilise donc des méthodes de conception et de construction, dont le BIM, de bâtiment qui visent à réduire la consommation d'énergie de ses actifs immobiliers.

Les Propriétés du Séna, la branche immobilière du gouvernement finlandais et l'équivalent de la Société québécoise des infrastructures, exigent l'utilisation du BIM et de la norme d'échange d'information universelle IFC depuis le 1^{er} octobre 2007. L'Agence des transports de Finlande exige que tous les projets majeurs d'infrastructure soient livrés en BIM depuis 2014.

Les initiatives visant à développer le BIM en Finlande étaient originalement de nature académique, sous la direction du professeur Arto Kiviniemi, chef scientifique au VTT⁶, et de l'agence TEKES, organisation qui forme des grappes et supporte l'innovation au pays. Les deux programmes principaux étaient le programme VERA, de 1997 à 2002, et le programme SARA, de 2003 à 2007. L'apport important du gouvernement en matière de financement à la R et D a permis de mener plusieurs projets pilotes entre 2001 et 2007 qui avaient pour but de développer et d'étudier le BIM en construction. L'un de ces projets pilotes, réalisé en 2002, a porté sur la conception de l'auditorium 600 de l'Université d'Helsinki, en Finlande. L'utilisation du BIM pour le volet conception a été d'une durée de 17 mois et d'un coût de 10 M\$ (dollars de 2017), et a permis de réduire de 50 % le temps de travail habituellement attribué à des tâches redondantes de saisie et de collecte d'information⁷. L'un des défis du projet de conception de l'auditorium sur le plan de l'architecture résidait dans l'aménagement des sièges. Afin d'optimiser la conception, plusieurs

⁶ www.vttresearch.com/

⁷ http://www.graphisoft.com/info/news/press_releases/tifc2x.html

itérations comportant différentes variables (quantités de sièges, pentes de plancher, courbures des paliers, positions de la scène, etc.) étaient nécessaires. L'utilisation d'outils de modélisation a permis la création d'une série de macros comportant une liste prédéfinie de valeurs d'entrées. À l'aide de ces macros combinées à un logiciel de modélisation orientée objet, les architectes pouvaient facilement et rapidement plusieurs itérations de configurations en ne modifiant que les valeurs d'entrées choisies. Avec le temps gagné grâce à ces automatisations, les concepteurs ont pu effectuer des études de cycle de vie supplémentaires tout en respectant l'échéancier et le budget initialement prévus à la conception. Ces études ont, par exemple, permis aux décideurs de faire des choix éclairés en ayant la possibilité de considérer plusieurs scénarios comportant différents systèmes et matériaux, tous intégrés dans une maquette unique. L'idée ici était d'automatiser les tâches répétitives pour maximiser le temps que les concepteurs passaient aux tâches à valeur ajoutée.

Cette vision d'automatisation des tâches routinières ou répétitives est partagée par bien des acteurs de la filière québécoise :

« Notre objectif, c'est d'investir dans la production, parce que plus on est capable d'automatiser des processus qui nous permettent d'aller plus vite dans les tâches routinières et répétitives, plus on va avoir du temps pour la conception. Il faut que le temps investi par les humains le soit pour des tâches où ils excellent, c'est à dire la réflexion et la conception et laisser le reste aux ordinateurs grâce à l'automatisation. »

— Associé, firme d'architectes

Ces deux programmes (VERA et SARA) ont mené à l'établissement des directives du BIM en 2007 par les Propriétés du Sénat. Ces directives du BIM établies par les Propriétés du Sénat en 2007 ont servi de base pour l'élaboration des exigences du BIM communes (*Common BIM Requirements* (COBIM)) en 2012. Le développement de ces exigences est le résultat d'un effort concerté entre le gouvernement finlandais, buildingSMART Finland, plusieurs grandes entreprises de construction et de consultation ainsi que des organismes à but non lucratif (OBNL) tels que VTT. Les COBIM adoptent une approche centrée sur les processus avec une vision globale du cycle de vie du bâtiment. Elles servent également de base pour le développement de normes internes pour les compagnies finlandaises qui s'en servent comme gabarit de départ. De plus, il existe d'autres guides, tels que ceux développés pour supporter l'utilisation du BIM pour la conception et la fabrication des éléments de béton préfabriqués. Finalement, les exigences et les directives du BIM finlandaises servent d'inspiration pour le développement de normes ailleurs dans le monde.

Actuellement, trois organismes principaux font de la recherche se penchant sur le développement durable et la performance de l'industrie de la construction. Dans le domaine public, Tekes est la plus importante organisation financée par l'État poursuivant le financement de la R et D et de l'innovation en Finlande. VTT est un OBNL qui a pour objectif la R et D de même que le transfert de connaissances et de technologies. VTT poursuit la recherche en partenariat avec les universités, l'industrie et le gouvernement. Finalement, la compagnie RYM Oy, un centre stratégique pour les sciences, la technologie et l'innovation au sein de l'environnement bâti, agit comme courtier en capital intellectuel pour les industries de la construction et de l'immobilier. RYM Oy est la plus récente initiative qui étudie le développement durable et le BIM en Finlande. Munie d'un budget de 21 M€ sur cinq ans, RYM Oy centralise les efforts parmi 43 organismes participants, dont 37 compagnies privées et 6 instituts de recherche⁸.

LE ROYAUME-UNI



En novembre 2017, le gouvernement britannique a promis un investissement de 288 M\$ CAD dans le programme Transforming Construction avec l'industrie qui s'est engagée à surpasser ces investissements à hauteur de 420 M\$ CAD. Le programme aidera à moderniser l'industrie et recruter et former des travailleurs de la construction hautement qualifiés.

L'accord vise également à stimuler considérablement les compétences des travailleurs actuels. Cet investissement majeur dans le secteur de la construction découle de plusieurs années d'introspection⁹. En effet, le R.-U. questionne ses pratiques en matière de livraison de son environnement bâti depuis plus de deux décennies.

En effet, deux rapports ont servi à lancer la transformation de l'industrie de la construction, soit le rapport Latham, Constructing the Team, en 1994, et le premier rapport Egan, Rethinking Construction, en 1998. Les deux rapports font état des lacunes de l'industrie de la construction au R.-U. et proposent des pistes de solution. Le rapport Egan (1998) appelle à la transformation radicale de l'industrie de la construction en identifiant cinq facteurs clés au changement, soit une direction engagée, une attention particulière au client, aux équipes et aux processus intégrés, un programme axé sur la qualité et, enfin, un engagement envers les gens. Le Construction Industry Council (CIC) qui chapeaute le BIM task group, le Strategic Forum et Constructing Excellence, a été formé en 2001 afin de superviser cette réforme de l'industrie. Plusieurs cibles ont été établies afin de mener la réforme, tel que mentionné auparavant.

En matière de déploiement du BIM, le R.-U. est maintenant considéré comme étant le meneur mondial. C'est en 2011 que le gouvernement

⁸ <https://www.tekes.fi/en/whats-going-on/news-2016/rym-oy-transformed-the-construction-sector/>

⁹ <https://www.gov.uk/government/news/government-and-industry-cement-deal-to-give-uk-construction-the-edge>

britannique, par l'entremise du Bureau du Cabinet, s'est doté d'une directive claire quant à l'utilisation du BIM sur les projets publics. Cette directive a été entérinée dans la stratégie de construction 2016-2020 du gouvernement. La décision d'adopter le BIM au sein de la stratégie du gouvernement en matière de construction était basée sur le rapport intitulé *Strategy Paper for the Government Construction Client Group (BIM-Industry-Working-Group, 2011)*¹⁰, qui a été présenté au Département des affaires, de l'innovation et de l'expertise (*Department for Business, Innovation and Skills (BIS)*). Depuis avril 2016, la directive requiert, qu'au minimum une maquette 3D, développée de façon collaborative et contenant toute l'information et les données du projet et du bâtiment jugées nécessaires par l'employeur ainsi que toute la documentation, soit fournie sous format électronique pour tous les projets publics (ce que le gouvernement appelle le BIM niveau 2). Cette initiative s'inscrit dans la stratégie de construction 2025, qui fixe comme objectifs nationaux une réduction globale de 33 % des coûts de construction, une réduction de 50 % du temps pour réaliser un projet, une réduction de 50 % des émissions de gaz à

effet de serre des ouvrages et une augmentation de 50 % d'augmentation des exportations des produits de l'industrie de la construction.¹¹

Afin de soutenir sa transition, le gouvernement britannique a mis sur pied le BIM Task Group, groupe dédié à soutenir les clients gouvernementaux ainsi que les parties prenantes de l'industrie à faire la transition vers le BIM et le déploiement de projets électroniques. Un total de 7 M\$ CA a été dépensé par le gouvernement britannique pour la mise en place et les opérations du Groupe pendant cinq ans. Plus récemment, le gouvernement a annoncé un investissement de 9 M\$ CAD pour la création du Centre for Digital Built Britain à l'Université de Cambridge¹².

En ce qui a trait aux normes du BIM, l'Institut de standards britanniques (*British Standards Institute (BSI)*), l'organisme responsable de la normalisation des meilleures pratiques dans l'industrie de la construction, a publié la suite de normes PAS 1192, qui établissent les normes quant au travail

collaboratif en BIM et développent les exigences clients en matière de données d'opération. En parallèle, le gouvernement britannique travaille activement à faire la promotion des normes ouvertes. Ces principes de données ouvertes (*Open Data Principles*) mettent la table pour la création et la gestion des données du bâtiment en fonction de la norme ouverte afin de soutenir les efforts d'interopérabilité de l'industrie et d'éliminer davantage de barrières aux échanges d'information parmi les équipes de projet.

Afin de justifier la décision d'aller de l'avant avec le déploiement du BIM, le gouvernement s'est basé sur le résultat de deux projets pilotes qui ont été menés par le ministère de la Justice (MOJ). Le premier projet, la prison de North Wales, a enregistré des économies de 26 %¹³. Le deuxième projet pilote, la prison de Cookham, a enregistré des économies de 20 %¹⁴. Ces résultats plus qu'encourageants, combinés à une volonté de transformer l'industrie britannique de la construction, ont propulsés le R.-U. comme leader mondial.

¹⁰ <http://www.bimtaskgroup.org>

¹¹ <https://www.gov.uk/government/publications/construction-2025-strategy>

¹² <https://www.smartinfrastructure.eng.cam.ac.uk/news-and-events/government-announces-new-centre-for-digital-built-britain-at-cambridge>

¹³ http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2015/12/Trial-Projects-North-Wales-Prison-Case-Study_Final.pdf

¹⁴ <http://www.buildingsmart.org/about/vision-and-mission/case-studies/cookham-wood/>

ÉTATS-UNIS



C'est en 2003 que l'*United States Government Services Agency* (GSA), le *Public Buildings Service* (PBS) et l'*Office of the Chief Architect* (OCA), le bras immobilier du gouvernement américain, initient le programme national 3D-4D. Ce programme avait pour but de développer les exigences en matière du BIM pour le GSA. Plus de 20 projets pilotes ont été entrepris afin de tester différentes utilisations du BIM et de développer des normes ouvertes pour la gestion des données. L'objectif initial était de permettre au GSA de mieux répondre aux exigences du programme par rapport à la qualité de la conception et aux exigences de construction. Par exemple, l'un de projets pilotes a enregistré une réduction de l'échéancier de 19 % sur un projet de réhabilitation d'un immeuble fédéral à Los Angeles en utilisant la modélisation 4D pour relever des erreurs majeures dans les hypothèses de coûts et communiquer des opérations de déménagement importantes aux agences locataires. Depuis 2007, le

développement d'une maquette spatial BIM pour la validation du plan fonctionnel et technique (PFT) est l'exigence minimale du GSA pour tous ses projets. Le GSA évalue d'élargir les exigences en matière de 3D, de 4D et de BIM afin d'inclure le phasage de projets 4D, l'imagerie 3D, l'analyse de la performance énergétique et opérationnelle et la validation de la circulation et de la sécurité du bâtiment¹⁵.

Sous la bannière de la Construction militaire (MILCON), les trois branches principales du Département de la défense (DOD), soit les Formes armées américaines (*US Army*), la Marine américaine (*US Navy and Marine Corps*) et les Forces de l'air américaines (*US Air Force*), la Garde côtière américaine (*US Coast Guard*) et le Département des affaires des anciens combattants américain (*Veterans Affairs*) ont introduit des exigences du BIM dans leurs contrats d'approvisionnement. Sous l'égide du *US Army Corps of Engineers* (USACE), qui mandate le BIM sur tous ses projets depuis 2008, plusieurs initiatives ont été lancées, dont les deux *BIM Roadmaps* qui tracent une ligne directrice pour l'implantation du BIM pour le cycle de vie du bâtiment au sein du USACE. L'USACE a développé l'« Attachment F » dans ses contrats d'approvisionnement pour clairement établir les requis de la maquette numérique. Finalement,

l'USACE a fait beaucoup de travail afin de développer la norme d'échange de données intitulée *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie).

Au niveau régional, cinq États ont développé des directives du BIM, soit la Géorgie, l'Ohio, le Minnesota, le Texas et le Wisconsin. Les États du Texas et du Wisconsin mandatent le BIM sur leurs projets majeurs depuis 2009. Plusieurs universités exigent le BIM sur leurs projets, dont l'Université d'Indiana, l'Université Penn State, l'Université de Southern California, le Massachusetts Institute of Technology (MIT) et le Los Angeles Community College (LACCD).

Plusieurs constats se font par rapport aux É.-U., soit :

- Le développement du BIM aux É.-U. est assez avancé grâce aux mandats du GSA et du USACE, de même que grâce aux associations qui sont omniprésentes;
- Ces initiatives se retrouvent lancées par le gouvernement américain, de même que par des donneurs d'ouvrages tels que les universités;
- L'effort est cependant généralement fragmenté entre plusieurs voix (différents guides et mandats et différentes initiatives) qui visent le même but, soit l'implantation du BIM, mais qui s'y prennent de façon différente.

15 <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling>

SINGAPOUR



Singapour s'est doté d'un plan stratégique qui visait à transformer l'économie de la cité-État en une économie du savoir en 1999. L'industrie de la construction était parmi les secteurs clés de l'économie que le gouvernement voulait remanier. Le plan stratégique a été présenté dans le rapport *Construction 21: Reinventing Construction (C21)*. L'objectif était de transformer une industrie qui était vue comme sale, exigeante et dangereuse (*dirty, demanding and dangerous (3D)*) en une industrie qui serait professionnelle, productive et progressive (*professional, productive and progressive*

(3P)). Le plan stratégique comportait six éléments d'action (*Construction 21 Review Committee, 1999*), soit :

1. Améliorer le professionnalisme de l'industrie;
2. Accroître le niveau d'expertise;
3. Améliorer les pratiques et les techniques;
4. Adopter une approche intégrée à la construction;
5. Développer une présence à l'extérieur du pays;
6. Amener un effort de gérance (*championing*) collectif pour l'industrie de la construction.

L'initiative C21 a été développée sous la responsabilité de deux ministères, soit le *Ministry of Manpower* et le *Ministry of National Development*. Le *Building Construction Authority (BCA)*, l'agence responsable du développement et de la réglementation de l'industrie de la construction, agissait comme champion et était responsable d'implanter le programme développé de concert entre l'industrie et le gouvernement. Selon l'*Innovative Construction Research Center (ICRC)* de l'Université de Reading au R.-U., il a été bien reçu

par l'industrie. À l'instar de l'initiative lancée au R.-U., l'initiative C21 était beaucoup plus axé sur la réglementation.

Le BCA est l'organisme qui est principalement responsable d'implanter le BIM et les pratiques intégrées au sein de l'industrie de la construction singapourienne. L'objectif principal du BCA cible l'utilisation obligatoire du BIM à partir de 2015 pour tous les bâtiments publics de plus de 5000 m². Le BCA s'est doté d'un plan directeur qui énonce cinq stratégies afin d'atteindre cet objectif, soit :

1. Éliminer les barrières qui empêchent la transition d'un environnement 2D à un environnement BIM;
2. Inciter les « adopteurs précoces » du BIM;
3. Créer la demande pour le BIM face aux contrats publics;
4. Améliorer les compétences en matière de BIM;
5. Promouvoir les réussites.

Afin d'exécuter ce plan directeur, le BCA a mené les actions suivantes¹⁶ :

- La mise sur pied d'un fonds de 6 M\$ SGD (4,8 M\$ US), le *BIM Fund*, qui a pour but d'aider les firmes à adopter le BIM en couvrant une partie des coûts liés à la formation et à l'achat d'équipement et de programmes;
- La création de gabarits et de normes de soumission du BIM clairs et uniformisés afin d'aider les firmes à adopter le BIM et d'atténuer la courbe d'apprentissage;
- Un mandat clair d'enseignement supérieur (universités et collèges techniques) afin d'intégrer le BIM dans le curriculum;

- La mise sur pied d'un programme de formation continue, à même le BCA (le *BCA Academy of the Built Environment*) d'un diplôme spécialisé en BIM et de cours de gestion du BIM;
- La création du *Center for Construction IT* (CCIT), qui travaille de concert avec buildingSMART Singapore, afin d'organiser des ateliers, des séminaires et des conférences portant sur le BIM.

Le *Construction and Real Estate Network* (CORENET), une initiative lancée en 1995 par le *Ministry of National Development* et chapeautée par le BCA, agit comme BD centralisée pour toute l'information liée au domaine de la construction (codes, normes, réglementations, soumissions, etc.). Il existe également une section du buildingSMART Alliance à Singapour.

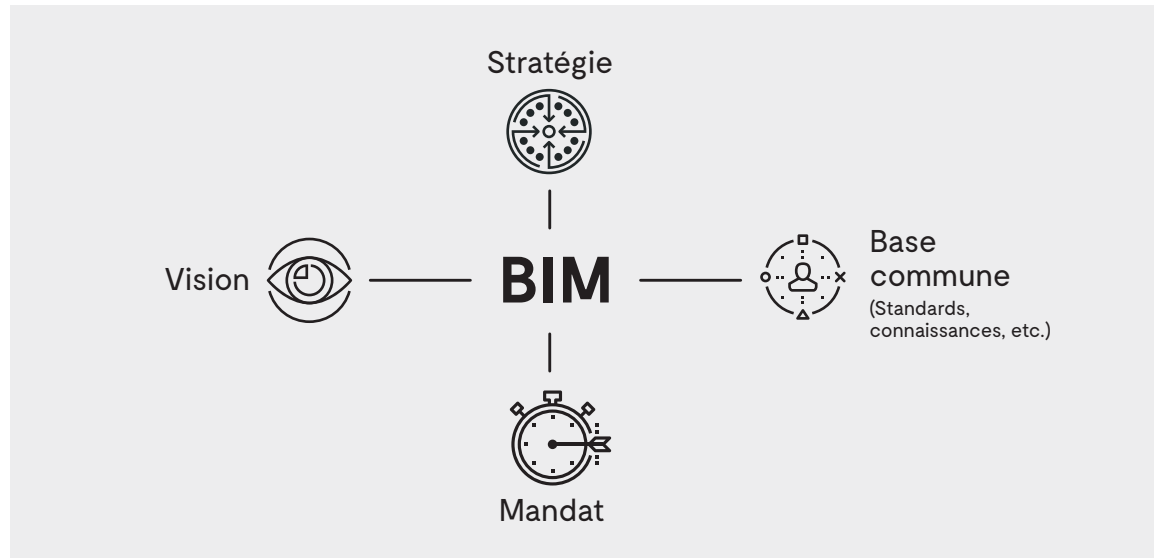
Le BCA a développé le *Singapore BIM Guide*, qui sert de guide de référence établissant les rôles et les responsabilités des membres d'une équipe de projet. Le guide sert également comme gabarit pour développer le Plan de gestion du BIM (PGB). Le guide en est maintenant à la version 2 de publication de ce rapport. Le BCA a également développé une série de guides servant à informer les firmes voulant adopter le BIM.

16 <https://www.bca.gov.sg/bim/bimlinks.html>

FRANCE



Parmi les cinq pays présentés ici, la France est la dernière à avoir formalisé le virage numérique. En effet, le gouvernement français a développé son Plan de transition numérique dans le bâtiment (PTNB) en 2015. Ce plan, s'échelonnant sur trois ans, se voulait une feuille de route pour l'adoption du BIM au niveau national. Le gouvernement français a soutenu le PTNB avec un financement de 20 M€. Le PTNB était orienté en premier lieu vers le secteur de la construction résidentielle abordable pour répondre aux défis de logement en zone urbaine¹⁷. Son objectif était de relancer la construction par le déploiement du BIM en passant de 300 000-350 000 à 500 000 unités d'habitation abordables construites par année. De plus, la France souhaitait aussi fiabiliser l'échange et la qualité de l'information



tout au long du cycle de vie de l'ouvrage dans un objectif de réduction de coûts globale. Le PTNB a inclus une collaboration ciblée pour la définition des requis avec des groupes de travail thématiques. Une centralisation de la documentation et un partage

des bonnes pratiques visant à amener l'ensemble de l'industrie vers de nouveaux sommets faisait également partie du PTNB.

¹⁷ <http://www.batiment-numerique.fr/>

2.3 L'intégration du BIM au Canada

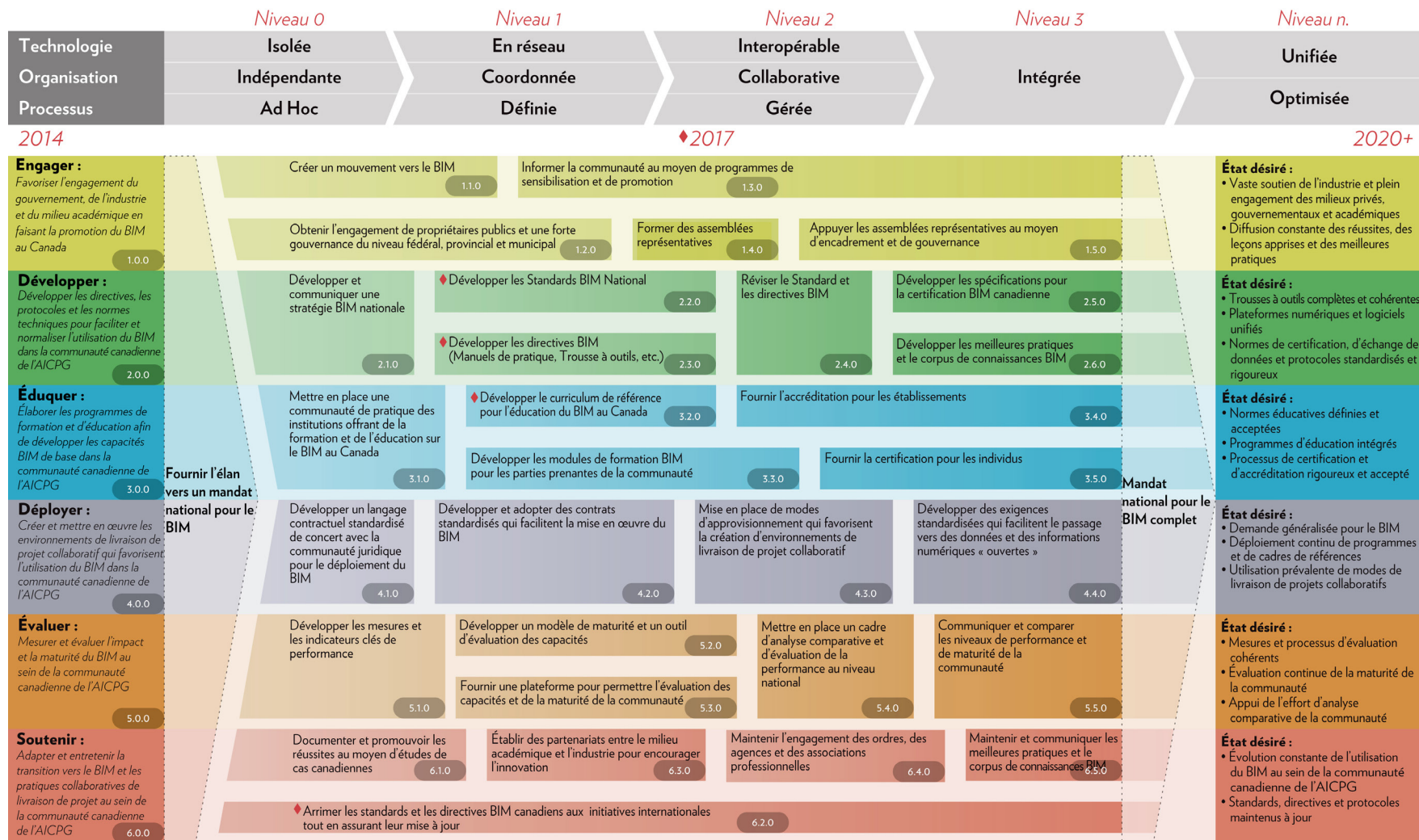
Au Canada, l'impression générale est que l'industrie est en retard par rapport aux É.-U., au R.-U. ainsi qu'à plusieurs pays scandinaves et asiatiques en matière d'adoption et de mise en œuvre du BIM. Malheureusement, il existe très peu de données sur les taux d'adoption du BIM au Canada, et celles qui existent ne sont pas très fiables. Par contre, sur la simple base d'un examen comparatif sommaire des mesures prises par les gouvernements en matière de BIM et ses pratiques complémentaires, il est exact d'affirmer que le Canada accuse un retard considérable parmi les pays développés. À titre d'exemple, la GSA, aux É.-U., exige des pratiques issues du BIM depuis 2007. Quant à lui, le R.-U. demande que tous les projets publics soient déployés avec des exigences du BIM minimales (appelées niveau 2), depuis avril 2016.

Il y a toutefois un nombre croissant d'organismes publics qui entreprennent le virage numérique. Par exemple, la Société québécoise des infrastructures (SQI) exige des maquettes numériques sur ses grands projets depuis mai 2016 (voir vignette ci-dessous). Le bras immobilier du gouvernement albertain, l'*Alberta Infrastructure* (AI), s'emploie également à une large utilisation du BIM et a développé les exigences du BIM sur plusieurs grands projets au cours des dernières années. Au niveau national, le ministère de la Défense nationale (MDN) utilise le BIM depuis 2009 et est en voie d'exiger son application sur ses projets d'immobilisation. Services publics et Approvisionnement Canada (SPAC) a paraphé l'énoncé d'intention d'appuyer le BIM avec des normes ouvertes, rejoignant ainsi les É.-U., la Norvège, la Finlande, le Danemark, les Pays-Bas, le Mexique, l'Islande, l'Estonie et la Lituanie.

De nombreuses municipalités ont également commencé à s'intéresser au BIM et à comment les technologies qui y sont associées peuvent les aider à réaliser et à maintenir leurs infrastructures. L'éducation et la formation du BIM gagnent rapidement de l'ampleur à travers le Canada et représentent un effet corollaire à l'importance grandissante accordée au virage numérique. Les universités (par exemple, l'Université de la Colombie-Britannique et l'École de technologie supérieure (ETS)), les collèges (par exemple, le Collège Algonquin, le Cégep Limoilou et le cégep du Vieux Montréal) et les écoles techniques (par exemple, SAIT et NAIT) offrent maintenant des cours spécialisés dans le BIM. Il existe également plusieurs firmes privées qui proposent des programmes de formation pour aider les entreprises dans leur processus d'implémentation du BIM.

Le Canada est donc en bonne position pour rattraper son retard. En effet, des efforts considérables sont déployés partout au Canada pour favoriser l'adoption et la mise en œuvre du BIM sur tous les plans. Il existe un réseau important soutenu par des organismes comme buildingSMART Canada, l'Institut pour la modélisation des données du bâtiment du Canada (IBC) et le *Canada BIM Council* (CanBIM) qui font beaucoup pour structurer et promouvoir le BIM. À cet égard, buildingSMART Canada a publié la «Feuille de route pour le BIM et son cycle de vie dans la communauté canadienne de l'AICPG» en janvier 2015. Cette feuille de route se veut un document phare pour aider la filière canadienne de la construction à entreprendre et à structurer le déploiement du BIM. buildingSMART, avec l'aide de son réseau d'affiliés régionaux, s'affaire à réaliser les différentes activités qui sont ciblées au sein de la feuille de route, et compte sur l'engagement des acteurs de la filière de partout au Canada pour l'aider dans sa réalisation.





3

LE BIM
AU
QUÉBEC

3. LE BIM AU QUÉBEC



Les questions au cœur de cette étude sont les suivantes :

- Qu'en est-il du virage numérique et du déploiement du BIM au Québec?
- Quelles sont les actions à entreprendre pour accélérer ce virage?

Les réponses à ces questions sont abordées dans les prochaines sections. Par contre, il est important de bien comprendre le contexte dans lequel évolue la filière québécoise de la construction et l'incidence

qu'aura ce contexte particulier sur tout effort de déploiement du BIM. Cette section commence donc par une revue des différents constats qui ont été faits au cours des années, constats que l'on retrouve au sein d'études qui portent sur la construction au Québec. Ensuite, une revue des initiatives du gouvernement en matière d'appui de différents secteurs économiques au Québec est faite. Le constat qui en découle est qu'il existe très peu d'initiative d'envergure qui cible la filière québécoise de la construction afin de l'aider à se moderniser pour la rendre nettement plus performante. Finalement, un portrait de la situation actuelle en matière de déploiement du BIM est dressé. Ce portrait est basé sur des études antérieures et les résultats de la présente étude.

3.1 Le contexte québécois

Les constats faits par l'ensemble de la filière québécoise de la construction sont catégoriques : l'industrie de la construction représente l'un des piliers de l'économie québécoise. La filière représente, entre autres :

- 514 000 emplois directs, indirects et induits;
- 43,6 G\$ en PIB, dont 22,4 G\$ en contributions directes (6,5 %) de l'économie;
- Un soutien important à la croissance de l'économie : croissance annuelle de 3,4 % entre 2000 et 2014, contre 1,5 % pour l'économie. La construction a un effet accélérateur sur l'économie;
- 91,1 Milliards \$ d'investissements publics considérables au cours des 10 prochaines années au niveau du gouvernement provincial¹⁸

¹⁸ https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/budget_depenses/17-18/infrastructuresPubliquesQuebec.pdf

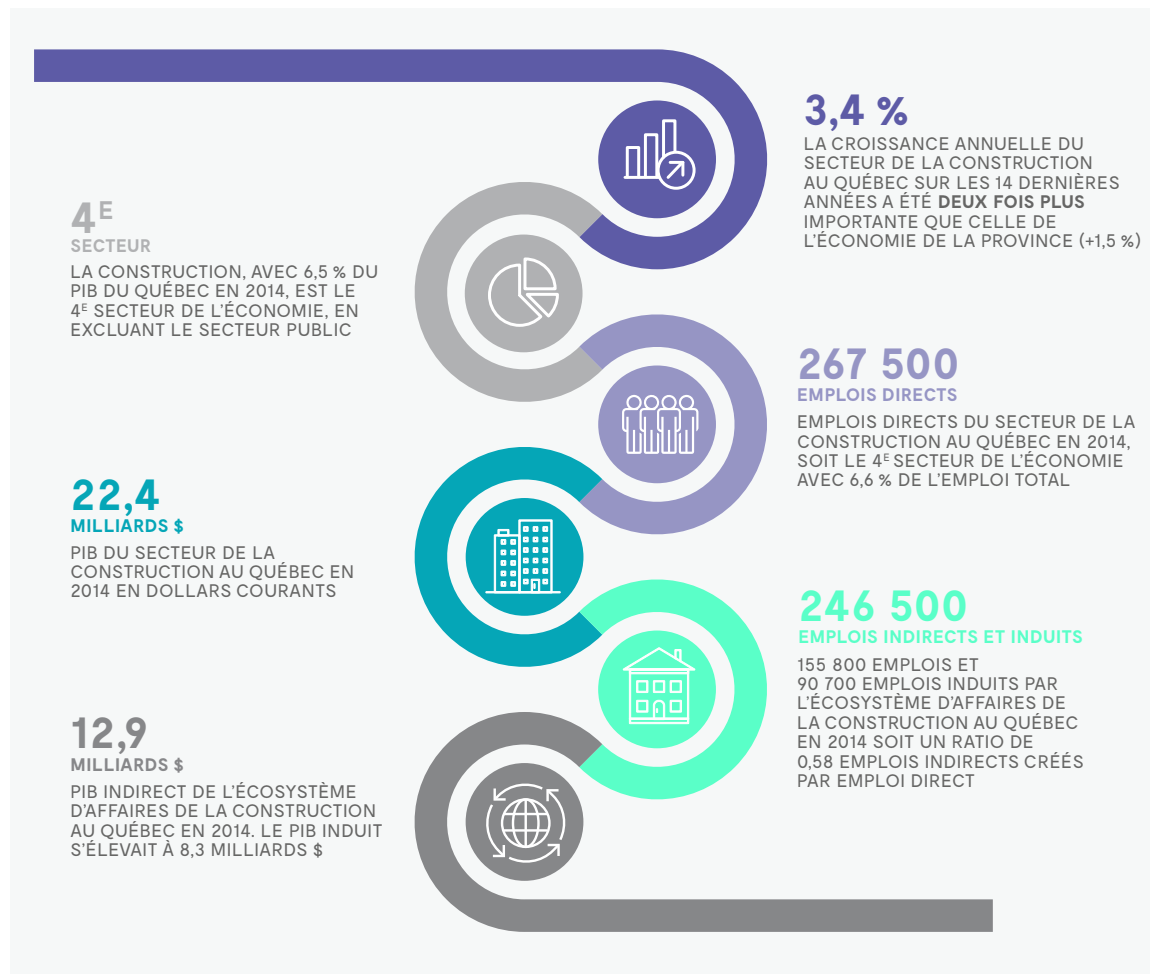


Figure 9 – Principaux indicateurs économiques

Source : Conseil du Patronat du Québec, 2016

Malgré son importance sur les plans économique, social et environnemental, la filière fait face à de nombreux défis qui, dans bien des cas, font écho à ceux relevés ailleurs dans le monde. Principalement, ces défis se déclinent en trois catégories, soit :

- Productivité;
- Performance;
- Pérennité.

Sur le plan de la productivité, une étude menée par le Conseil du patronat du Québec (CPQ) reflète les résultats des études faites ailleurs dans le monde : la productivité de l'industrie de la construction stagne et connaît même une baisse par rapport aux autres secteurs de l'économie non agricole.

En fait, entre 2009 et 2014, l'industrie a connu une baisse de 2,9 % de la productivité du travail. Les autres secteurs ont, quant à eux, connu une hausse de 0,8 % pendant cette même période.

« Au cours des dernières années, la productivité du secteur de la construction au Québec a diminué et reste plus faible que dans plusieurs autres provinces canadiennes ».

— Selon le CPQ

Sur le plan de sa performance, de nombreux constats ont été faits quant à l'inefficacité globale des modes de gestion et de production qui sont présentement utilisés. Parmi ces constats, notons qu'il est évalué que près de 30 % des ressources sont gaspillées en chantier, et que la mauvaise gestion de l'information résulte en une augmentation de 10 à 15 % des coûts de projet. À la phase d'opération et de gestion d'actifs, les problèmes d'interopérabilité lors du transfert de l'information à eux seuls représentaient des pertes de 3 % des coûts en capitaux par année pour les propriétaires. Ceci représentait 15,8 G\$ par année aux É.-U. en 2004 selon une étude du National Institute of Science and Technologies (NIST, 2004).

Dollars enchaînés de 2007 par heure

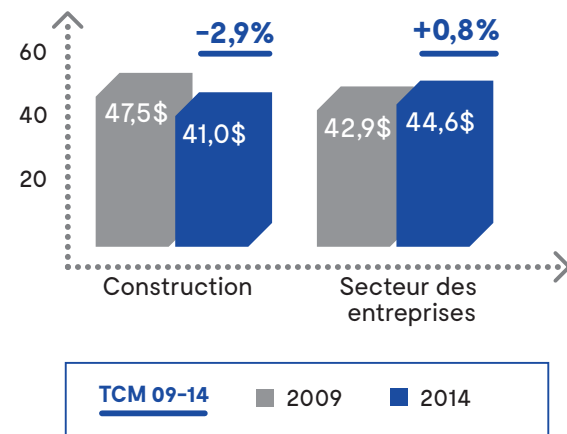


Figure 10 – Productivité du travail selon le secteur au Québec

Source : Conseil du Patronat du Québec, 2016

Finalement, sur le plan de sa pérennité, la filière québécoise, comme bien d'autres dans le monde, fait face à une pénurie de la main-d'œuvre, surtout dans les régions. Encore selon le rapport du CPQ, depuis 2012, le nombre de salariés des différents métiers connaît une baisse de l'ordre de +/- 4 %. Ceci est attribuable à un ralentissement de l'industrie depuis 2012, ayant une répercussion qui se fera sentir dans les années à venir.

De plus, « le Québec pourrait faire face à une pression accrue sur son bassin de travailleurs qualifiés. Cette pression découle de divers éléments :

- La polarisation vers les pays émergents qui se font la concurrence pour attirer la main-d'œuvre qualifiée
- Le vieillissement de la population plus accéléré qu'ailleurs au Canada
- Les difficultés au niveau de la reconnaissance des compétences.»

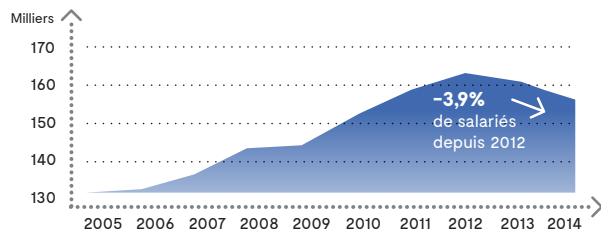


Figure 11 – Nombre de salariés des différents métiers et occupations de la construction au Québec

Source: CPQ, 2016

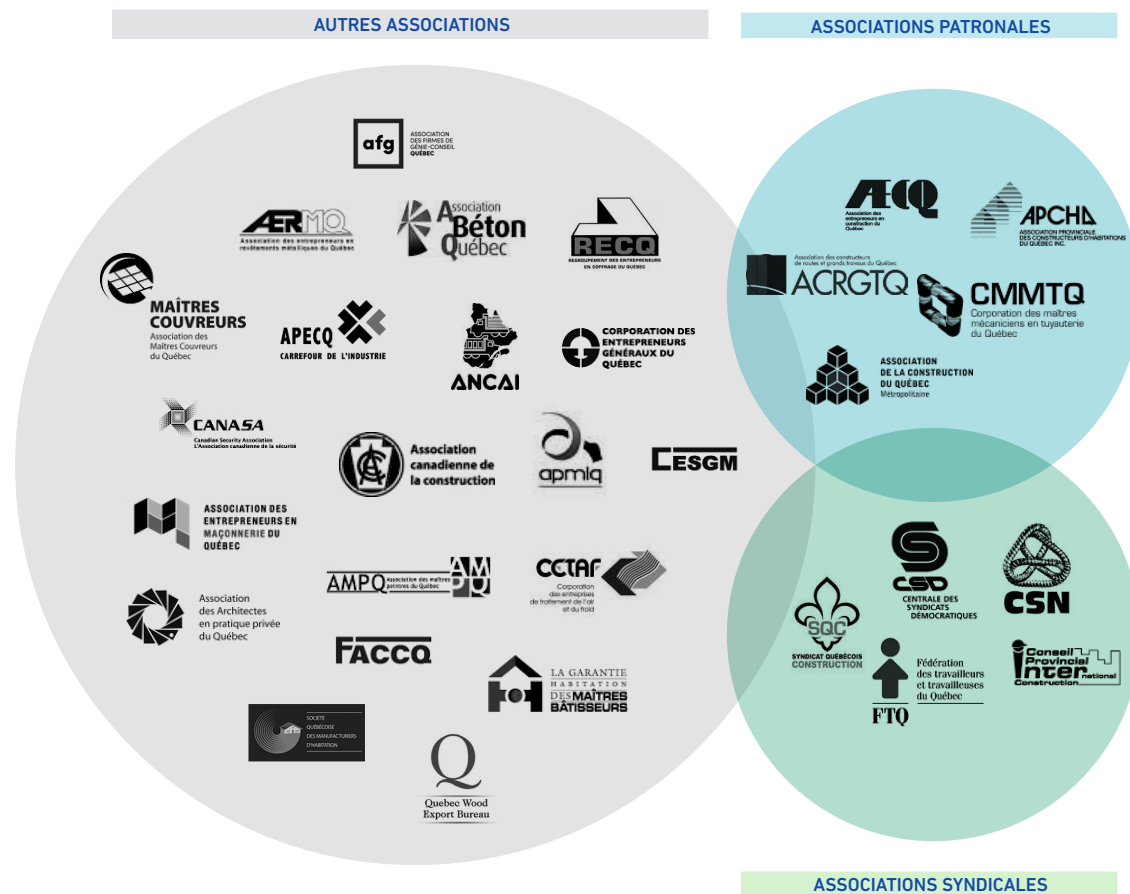


Figure 12 – Organismes en lien avec la construction au Québec

Source: CPQ, 2016

Depuis le début des années 2000, une série de rapports ont été produits au Québec portant un regard sur l'industrie de la construction. Ces rapports ont fait état de plusieurs constats par rapport à la performance de l'industrie et aux répercussions de celle-ci dans le contexte québécois. Certains constats sont récurrents dans plusieurs études, soit :

- 1. La productivité en construction progresse plus lentement que dans les autres secteurs de l'industrie;
- 2. L'importance du client public dans la transformation de l'industrie;
- 3. Le besoin d'identifier des critères de mesure de la productivité (indicateurs de rendement) communs à l'industrie;
- 4. Le système d'octroi de contrat prépondérant ne favorise pas la collaboration et l'innovation;
- 5. La nécessité de la création d'un centre d'expertise en partenariat entre l'industrie et le gouvernement;

CONSTATS RÉCURRENTS

La productivité en construction progresse plus lentement que dans les autres secteurs de l'industrie
L'importance du client public dans la transformation de l'industrie
L'identification de critères de mesure de la productivité (indicateurs de rendement) communs à l'industrie
Le système d'octroi de contrats prépondérant ne favorise pas la collaboration et l'innovation
La nécessité de la création d'un centre d'expertise en partenariat entre l'industrie et le gouvernement
La nécessité de soutenir les PME dans la transition

→ 6. La nécessité de soutenir les PME dans la transition :

1. 2003 : rapport « Bâtir et innover » (Conseil des sciences et des technologies (CSC));
2. 2004 : rapport du groupe Altitude (Centre d'études et de recherches pour l'avancement de la construction au Québec CERACQ) et formation du Comité sur l'innovation en construction;
3. 2011 : « Améliorer l'efficacité et la productivité du secteur de la construction grâce aux technologies de l'information » (CEFRIQ);
4. 2011 : « Plan stratégique 2011-2016 pour le déploiement du PCI-BIM au Québec »;
5. 2012 : « La performance économique de l'industrie de la construction au Québec » (CPP-HEC);
6. 2013 : « Revue de la gestion contractuelle des dépenses supplémentaires » (KPMG-Secor);
7. 2014 : « Construction 2.0 – L'efficacité par le numérique » (CEFRIQ);

RAPPORTS											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
x	x	x			x				x		
x	x				x	x			x	x	x
x	x				x				x		
x	x			x		x	x		x		
x									x		
	x			x	x				x		x

8. 2014 : « L'inévitable passage à la modélisation des données du bâtiment (BIM) dans l'industrie de la construction au Canada (CEFRIQ);
9. 2014 : « Analyse économique des marchés publics dans l'industrie de la construction au Québec » (Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO));
10. 2015 : « Rapport final de la CEIC » (Commission d'enquête sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction (CEIC));
11. 2015 : « L'adoption du BIM et des approches intégrées au Québec » (Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti (GRID));
12. 2016 : « Étude sur l'écosystème d'affaires de la construction au Québec » (Deloitte-CPQ);
13. 2016 : « Étude sur la contribution économique de l'industrie québécoise du génie-conseil » (Association des firmes de génie-conseil Québec (AFG));
14. 2017 : « Impact économique et profil statistique des établissements privés d'architecture au Québec » (Association des architectes en pratique privée du Québec (AAPQ)).

3.2 Les initiatives stratégiques en cours pour soutenir l'économie numérique et l'innovation

Il existe plusieurs initiatives stratégiques pour stimuler l'innovation dans différents secteurs. Les principaux secteurs sont les suivants :

1. LE MANUFACTURIER :

- (2016) 14 % du PIB, allocation d'une somme de 500 M\$ sur trois ans, à même les fonds propres d'Investissement Québec (IQ) et du Fonds du développement économique (FDE), afin de soutenir le secteur manufacturier innovant sur l'ensemble du territoire québécois qui est axé sur l'exportation et composé en grande partie de PME;

2. L'AÉROSPATIAL :

- (2016) Québec injectera 250 M\$ sur cinq ans dans une stratégie de l'aérospatial visant notamment à attirer de nouveaux maîtres d'œuvre et fournisseurs dans l'industrie et à favoriser la croissance de PME par le développement de produits innovants;
- Le secteur de l'aérospatial représente 40 000 emplois, 190 entreprises et des ventes annuelles de 15,5 G\$ au Québec;

3. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA) :

- La création de la grappe industrielle en IA (2017);
- Au Québec, le gouvernement investira 100 M\$ sur cinq ans dans la nouvelle grappe en IA. Après avoir investi 40 M\$ dans son dernier budget, Ottawa pourrait renchérir avec des investissements encore plus imposants;

4. LES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET INTELLIGENTS :

- La création de la grappe industrielle des véhicules électriques et intelligents (2017);
- Le gouvernement du Québec investira 4,4 M\$ au cours des cinq prochaines années pour soutenir la grappe industrielle des véhicules électriques et intelligents ainsi que pour financer ses projets prioritaires.

Le PAEN

CINQ AXES D'INTERVENTION STRUCTURANTS :

- Axe 1 – Stimuler les innovations par les technologies et les données;
- Axe 2 – Accélérer la transformation numérique des entreprises et l'adoption du commerce électronique;
- Axe 3 – Renforcer la position du secteur des TIC comme chef de file mondial;
- Axe 4 – Se doter des compétences numériques requises;
- Axe 5 – Assurer un environnement d'affaires attrayant et favorable au déploiement du numérique :
 - Total : 187,9 M\$.

De ces cinq axes, une partie de l'axe 2 vise la construction.

Étude du Conseil du Patronat du Québec sur l'écosystème d'affaires de la construction au Québec

- Axe 1 – Développer une culture collaborative et un cadre réglementaire favorisant cette collaboration :
 - Regrouper les acteurs de l'écosystème de la construction afin d'assurer le développement intégré et d'améliorer les synergies;
 - Alléger la réglementation entourant l'écosystème de la construction et l'adapter aux nouvelles réalités auxquelles il fait face;
 - Examiner l'efficacité des règles régissant la juridiction de métiers pour en encourager la polyvalence et la souplesse;
- Axe 2 – Soutenir l'innovation, le transfert technologique et le développement des compétences et des pratiques :
 - Encourager l'investissement privé en capital, en main-d'œuvre et en innovation pour augmenter la productivité;
 - Soutenir le virage vert dans les produits et les procédés liés à la construction;
- Axe 3 – Entretenir une synergie des acteurs impliqués dans la formation de la main-d'œuvre actuelle et future :
 - Briser les silos entre professionnels le plus tôt possible, dès la formation scolaire;
 - Resserrer les liens et la coordination entre les différents métiers de l'écosystème;
- Axe 4 – Favoriser l'exportation des technologies et des savoir-faire :
 - Accompagner les champions locaux à l'international afin d'accélérer la croissance internationale de l'écosystème;
 - Appuyer les efforts intégrant des produits et des processus manufacturiers dans les projets de construction;
- Axe 5 – Renforcer le rôle de levier des marchés publics comme intégrateurs :
 - Assurer l'exemplarité des donneurs d'ouvrage pour encourager l'innovation;
 - Assurer la prévisibilité des investissements publics;
 - Optimiser les critères d'octroi des contrats publics et les modes de réalisation des projets.

3.3 L'adoption des pratiques du BIM dans l'industrie québécoise

La situation du virage numérique et du BIM au Québec se clarifie légèrement depuis quelques années. Un sondage mené en 2015 par le GRIDD rapportait un taux d'adoption du BIM de 31 % pour l'ensemble de la filière québécoise de la construction, avec les ingénieurs-conseils en tête de peloton avec un taux d'adoption de 61 %. Les architectes suivaient avec 41 % de taux d'adoption. Les sous-traitants, les fabricants et les donneurs d'ouvrage avaient adopté le BIM à +/- 20 %. Les entrepreneurs généraux arrivaient en queue de peloton, avec 12 % de taux d'adoption. Le sondage indiquait également que l'adoption du BIM s'était accélérée depuis 2010. Pour les répondants n'ayant pas adopté le BIM, plus de 30 % n'envisageaient pas de l'adopter dans un futur rapproché, et 23 % considéraient l'adopter d'ici 2020. Pour les entreprises n'ayant pas adopté le BIM, les cinq plus gros obstacles relevés étaient (dans l'ordre) les suivants :

- 1. L'absence de demande de la part des donneurs d'ouvrage;
- 2. L'absence de demande de la part des membres de l'équipe de projet;

- 3. Le coût des logiciels;
- 4. Le coût de la formation;
- 5. Le coût de l'infrastructure informatique.

Pour les entreprises ayant adopté le BIM, les cinq plus gros bénéfices rapportés étaient (dans l'ordre) les suivants :

- 1. L'amélioration de la compréhension du projet;
- 2. L'amélioration de la coordination multidisciplinaire;
- 3. L'élimination de conflits spatiaux entre les éléments 3D (par la détection d'interférences);
- 4. L'amélioration de la communication entre les membres de l'équipe de projet;
- 5. La réduction du temps de coordination.

Par contre, les cinq plus grosses barrières à l'adoption du BIM rapportées par ces mêmes entreprises étaient (dans l'ordre) les suivantes :

- 1. Les qualifications et le niveau de maîtrise du BIM;
- 2. Le manque de personnel qualifié;
- 3. L'absence de demande de la part des donneurs d'ouvrage;

- 4. Les structures d'honoraires mal adaptées et le manque d'incitatif;
- 5. Les conflits entre les utilisateurs des logiciels CAD 2D et les utilisateurs du BIM.

L'Association des architectes en pratique privé du Québec (AAPPQ) a lancé un sondage sur l'utilisation du BIM à ses membres. Le sondage révèle que toutes les firmes de plus de 30 personnes sondées utilisent le BIM sur une base courante, tandis que la majorité des firmes de moins de 10 employés n'utilisent pas le BIM ne comptent pas l'utiliser dans un avenir rapproché. Pour les firmes de 11 à 30 employés, les résultats sont partagés. Un constat clair se dégageant de l'étude est que les plus grosses firmes d'architectes (plus de 20 employés) ont tendance à utiliser davantage le BIM que les petites firmes. Autre fait marquant, 72 % des répondants (n = 204) ont affirmé qu'il serait nécessaire de rendre obligatoires les cours sur le BIM au baccalauréat en architecture.

Résultats de l'analyse des entrevues

Les participants à l'étude ont identifié de nombreuses possibilités et barrières à l'implantation du BIM. Ils ont également indiqué plusieurs besoins et suggéré des actions à entreprendre pour les combler. Ces éléments structurants sont au coeur des cinq axes d'intervention proposés dans les prochaines sections du présent rapport. Notamment, les participants ont identifié plus d'une trentaine d'opportunités grâce à l'utilisation du BIM. Les 15 éléments les plus mentionnés sont identifiés dans le tableau ci-dessous :

Opportunités liés au BIM

Offre des gains importants en efficacité	15
Diminue le risque en chantier	14
Offre la possibilité de préfabrication et d'intégration des manufacturiers	12
Réduit les déchets et du gaspillage	11
Améliore le transfert des données de construction vers la gestion des actifs	10
Améliore la transparence au niveau de la communication	10
Offre un grand potentiel d'automatisation pour industrialiser la construction	10
Améliore la gestion de l'information	9
Améliore la qualité de l'information	8
Accroît les occasions d'affaires	8
Offre un meilleur accès et conservation des données	7
S'applique à un large éventail de projets	6
Limite le potentiel d'extras	5
Améliore la qualité des ouvrages	5

En ce qui a trait aux incidences du BIM sur leurs pratiques d'affaires, trois fois plus d'éléments positifs que négatifs ont été mentionnés par les participants. Parmi les incidences positives, on peut noter l'amélioration de la coordination et de la collaboration au sein de l'équipe de projet, élément mentionné par près de la moitié des participants. À cet égard, le BIM est vu comme ayant un fort potentiel pour stimuler l'industrie de la construction et bonifier les relations entre les parties prenantes de la filière. Parmi les autres incidences positives répertoriées par l'utilisation du BIM, notons celles liées à la qualité des ouvrages et à l'amélioration des processus de déploiement de projet. En contrepartie, une baisse de productivité a été notée par 13 % des participants durant la période de transition vers l'adoption complète des nouvelles pratiques. Le tableau suivant indique les barrières et les défis identifiées par les participants de l'étude.

Barrières et défis liés au BIM

Inertie importante et absence de gestion du changement	10
Contexte d'affaires lié au plus bas soumissionnaire	8
Intérêts particuliers des associations en contraste avec les intérêts collectifs de la filière	7
Les bénéfices et les risques asymétriques du BIM	6
Monopole des prestataires de services et fournisseurs de technologies	6
Aucun changement en ce qui a trait aux pratiques traditionnelles	6
La structure des honoraires des professionnels (décret mal adapté)	6
Les coûts d'implantation	6
Réduction de la compétition et situation de monopole	6
Manque de main-d'œuvre qualifiée	5
Volatilité de l'industrie qui crée de l'incertitude dans le processus d'implantation	5
Attitudes antagonistes	5
Compétences inégales	4
Rendement sur le capital investi (RCI)	4
Manque de consensus sur la voie à prendre	4
Aucune utilisation en gestion et en maintien d'actifs	4
Déroulement et progression de la transition	4
Utilisation du BIM comme finalité (au lieu de la qualité, de la réduction de coûts, etc.)	4
Attentes irréalistes face au BIM	3
Difficulté de réinvestir dû aux marges de profit minces	3
Vitesse et phasage de la transition	3
Désinformation et "BIM wash"	3
Pratiques hybrides (livraison de projet 2D et 3D)	3
Standards de niveaux de développement et manque d'arrimage	3
Syndicats absents ou mal représentés	3
Augmentation du nombre d'intervenants et surspécialisation	2
Davantage d'efforts à faire quant à l'enseignement (MEES)	2
Fragmentation des efforts – aucune harmonisation	2
Maintien des compétences et des ressources	2
La vision du BIM en tant que technologie au lieu d'une philosophie	2

En ce qui a trait aux besoins et aux actions pour soutenir le déploiement du BIM au Québec, les participants en ont identifié plus de 150. Ceux-ci sont au cœur des axes d'intervention développés ci-dessous. De plus, plusieurs enjeux et défis relatifs au déploiement du BIM ont également été identifiés par les participants. Le plus important défi identifié quant au déploiement du BIM reste l'inertie de la filière, qui se traduit par une forte résistance au changement.

Finalement, les participants ont été questionnés sur les conséquences qu'aurait le maintien du statu quo au Québec. Parmi ces conséquences, il a souvent été question de la perte de contrats aux mains de joueurs internationaux qui seraient plus compétitifs, puisqu'ils auraient entrepris le virage numérique. La question de l'accroissement de l'inégalité des compétences et la création de monopoles reste également un sujet de préoccupation. Finalement, plusieurs participants témoignent qu'en l'absence d'une stratégie globale pour orchestrer un déploiement structuré du BIM, il pourrait en résulter une perte significative d'occasions d'affaires et une stagnation importante de l'industrie québécoise de la construction pour plusieurs années.

Les initiatives existantes : la Table multisectorielle¹⁹

Initiée en 2011 par le GRIDD de l'ÉTS grâce à un financement de l'agence d'efficacité énergétique et en collaboration avec l'AAPPQ, la Table multisectorielle vise à rapprocher les acteurs principaux de l'industrie afin d'établir une marche à suivre pour une transition vers le numérique dans l'industrie. Composée des principales associations industrielles de la construction, de donneurs d'ouvrage publics et du GRIDD, la Table multisectorielle a tenu plusieurs rencontres élargies à l'ensemble des partenaires de l'industrie pour les informer et les former sur les avantages et les possibilités d'une transition vers le BIM dans le secteur de la construction au Québec. La Table a aussi tenu des séances de travail, par exemple sur le BIM en éducation, et sur les barrières légales à la diffusion visant à identifier les particularités québécoises pour proposer des solutions constructives.

En janvier 2017, la Table Multisectorielle a publié le Manifeste : vers une stratégie pour favoriser le virage numérique dans l'industrie de la construction, qui se voulait une réponse de l'industrie de la construction

à la stratégie numérique du gouvernement du Québec. L'étude ci-présente ainsi que les chantiers de réflexion qui ont eu lieu en novembre et décembre 2017 sont directement issue de cette initiative.²⁰

Cette table est une initiative unique dans la filière qui a réussi à coaliser une large portion des intervenants autour d'un même objectif, soit celui d'améliorer les façons de faire de la filière à l'aide du BIM et des autres approches complémentaires. La Table multisectorielle n'a pour l'instant aucun statut formel et est présentement portée par une poignée de bénévoles provenant de l'industrie et des associations du secteur avec le soutien de la Chaire Industrielle Pomerleau à l'ÉTS. Avec sa forte représentativité, les résultats déjà obtenus et l'engagement de ses membres, la Table peut certainement, avec les appuis gouvernementaux nécessaires, devenir une véritable grappe industrielle pour appuyer la transition vers le numérique en construction.

Malgré que le sujet n'ait pas fait l'objet d'une question directe dans les entrevues, près de 30 % des participants étaient d'avis que la création d'un tel organisme de concertation est un prérequis pour soutenir et appuyer le déploiement structuré du BIM au Québec.

¹⁹ <http://gridd.etsmtl.ca/fr/table-multisectorielle>

²⁰ <http://gridd.etsmtl.ca/publications/manifeste%20pour%20un%20virage%20num%C3%A9rique%20-%202017-02-09.pdf>

A

LES AXES D'INTERVENTION POUR ASSURER LE VIRAGE NUMÉRIQUE DANS LA FILIÈRE QUÉBÉCOISE DE LA CONSTRUCTION



Axe 1 Leadership et gouvernance



Axe 2 Engagement et accompagnement



Axe 3 Collaboration et exécution



Axe 4 Formation et enseignement



Axe 5 Recherche et développement

LES AXES D'INTERVENTION POUR ASSURER LE VIRAGE NUMÉRIQUE DANS LA FILIÈRE QUÉBÉCOISE DE LA CONSTRUCTION

Les axes et les actions proposés ci-dessous visent à soutenir l'amélioration de la performance et de la productivité de la filière québécoise de la construction en accélérant le virage numérique et le déploiement du BIM au Québec.

Construisant sur les leçons apprises d'ailleurs et sur les besoins spécifiques au contexte québécois identifiés au cours de l'étude, les axes et les actions présentés ci-dessus ont été développés afin de permettre à la filière de saisir les occasions et de répondre aux nouvelles exigences du numérique, qui demandent à la fois une saine appropriation des nouvelles pratiques, de la souplesse ainsi qu'une capacité d'anticipation. Au cœur de ces actions se trouve la collaboration accrue entre la filière québécoise de la construction et le gouvernement.

Les actions structurantes à mettre en œuvre se résument de la façon suivante :

- 1. Adopter une gouvernance harmonisée permettant de regrouper les acteurs du milieu afin de guider le virage culturel et organisationnel essentiel à l'adoption des nouvelles pratiques du numérique en construction;
- 2. Élaborer une feuille de route québécoise pour mesurer la progression de la filière, qui soit cohérent avec les initiatives nationales et internationales et balisée par des indicateurs de gestion pertinents;
- 3. Former un réseau de soutien performant pour diffuser l'information, entretenir des lieux d'échange et de communication, publier des cadres de référence et des outils harmonisés et diriger les partenaires vers le soutien financier et professionnel qui correspond à leurs besoins;
- 4. Créer un réseau académique favorisant la recherche et la diffusion des connaissances;
- 5. Accroître et soutenir la demande pour l'innovation et le BIM dans le contexte de projets publics.

Cinq axes d'intervention sont donc proposés ci-dessous pour aider la filière québécoise de la construction à entreprendre le virage numérique. Ces axes reprennent et formalisent les actions soulignées ci-dessus en énonçant des facteurs de succès et des retombées escomptées pour chacun. De plus, des actions ciblées sont déclinées à l'intérieur de ces axes, proposant des pistes de solution concrètes pour soutenir la filière dans le virage numérique et le déploiement du BIM au Québec.

Note: Chaque action est identifiée à partir de l'analyse des entrevues avec les experts ciblés. Des citations (entre parenthèse) sont offertes pour illustrer le type de réponse obtenu. De plus, la popularité des actions est indiquée au moyen d'un pictogramme.



Axe 1 Leadership et gouvernance

Cet axe concerne la prise en charge et la gouvernance du virage numérique et du déploiement du BIM à grande échelle au Québec. Il est largement reconnu que la prise en charge du virage numérique doit être menée sur plusieurs fronts en même temps, et qu'elle doit être structurée par des organismes en position d'influencer le virage de façon bénéfique. En ce sens, il est important qu'il y ait convergence des efforts afin de coordonner les initiatives et les actions pour assurer une cohérence du

[...] il est important qu'il y ait convergence des efforts afin de coordonner les initiatives et les actions pour assurer une cohérence du virage numérique.

virage numérique. Une approche structurée par «le haut», donc menée par le gouvernement, les organismes publics et les associations, est largement vue comme étant l'une des façons les plus efficaces d'assurer une accélération du virage dans la filière¹. De plus, les raisons pour exercer ce leadership sont nombreuses. Par exemple, dans une économie globalisée, le marché de la construction est de plus en plus appelé à être investi par des compagnies étrangères, notamment européennes et américaines, qui risquent de gruger d'importantes parts de marché au Québec. Il faut donc s'inscrire dans une forte volonté de transformer l'industrie de la construction pour en faire l'une des plus compétitives et compétentes sur les marchés internationaux et ainsi capitaliser sur l'image jadis forte du Québec comme grand constructeur. Les gouvernements et les organismes publics, de même que les associations, doivent donc faire preuve de leadership afin de guider et d'encourager tous les acteurs du secteur à entreprendre le virage. Entre

¹ Kassem et Succar, 2017

[...] les corps publics s'inscrire comme donneurs d'ouvrage exemplaires afin de soutenir une demande constante et grandissante pour le BIM au Québec.

autres, le gouvernement doit s'inscrire comme donneur d'ouvrage exemplaire afin de soutenir une demande constante et grandissante pour le BIM au Québec. À titre de grands donneurs d'ouvrage, le gouvernement et ses organismes bénéficieront d'un meilleur rendement de la part de l'industrie, ainsi que d'un accroissement de la valeur générée par celle-ci tout en stimulant l'innovation.

Il est également attendu qu'un leadership soit exercé par les acteurs de l'industrie : il l'est déjà par ailleurs. Avec une certaine masse critique, l'approche par projet, qui caractérise l'industrie, peut entraîner l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement vers les nouvelles pratiques innovantes. Ceci étant dit, cette approche a ses limites quant au taux d'adoption du BIM chez les plus petits joueurs moins impliqués au sein des plus grands projets où le BIM est plus largement utilisé. Ceci pose le risque de créer un écart entre les entreprises qui prennent le virage et celles qui ne le prennent pas. C'est pour cette raison qu'un leadership fort de la part du gouvernement, des organismes publics et des associations professionnelles, qui pourra couvrir l'ensemble de la filière québécoise de la construction, est nécessaire pour assurer une gouvernance cohérente et inclusive du virage numérique. Ce leadership doit se concrétiser au sein d'une stratégie québécoise de transition vers le numérique pour la filière québécoise de la construction. Cette stratégie et les actions qui en découlent doivent s'inspirer des initiatives réalisées à l'international afin d'accélérer le changement tout en prévenant les risques et en

optimisant les investissements et les coûts. Le Québec peut certainement occuper la place de leader au niveau canadien et même influencer le marché nord-américain.

Facteurs de succès

- La cohérence des initiatives et des actions visant la gouvernance du virage numérique et du déploiement du BIM au Québec;
- L'inclusion de tous les acteurs de la filière québécoise de la construction dans le virage afin de tenir compte de toutes les perspectives et des réalités propres à chacun des acteurs;
- L'engagement des différents organismes et agences gouvernementaux, de même que les différents niveaux de gouvernement;
- La clarté des objectifs et des actions à entreprendre et leur harmonisation avec d'autres initiatives parallèles au Québec, au Canada et à l'international;
- L'utilisation des leviers existants de concertation, dont celui de la Table multisectorielle au Québec qui travaille à définir les traits des pratiques innovantes en construction et à voir leurs enjeux sur la filière;

- Un effort soutenu par la conviction qu'une transformation en profondeur de l'industrie est essentielle et que celle-ci doit être épargnée des aléas du court terme et des agendas trop pressés et investis de partisanerie;
- L'arrimage des attentes et des exigences des différents intervenants afin d'harmoniser les actions à entreprendre.

« Il faut que l'industrie se regroupe et s'assoit ensemble pour trouver des solutions communes »

— Directeur, établissement d'enseignement

Résultats attendus

- Une gouvernance soutenue et visible appuyant le virage numérique en construction:
 - Un alignement des besoins de la filière et des actions à entreprendre pour accélérer le virage;
 - Un signal clair à la filière que le virage est bel et bien entrepris et qu'il sera mis en place par des moyens concrets, notamment des mesures de soutien à la transition;
 - La création de points de repère stables pour la filière qui lui permettra d'avoir confiance que ses efforts ne seront pas vains, mais qu'ils cadrent bien dans une vision globale et à long terme sans retour en arrière possible;
 - L'annonce claire par les gouvernements et les organismes des nouvelles exigences du numérique et du BIM en construction, notamment pour les projets publics;
 - Une communication mobilisatrice articulée sur les grands objectifs à atteindre et sur les avantages des nouvelles pratiques notamment quant à la performance et à la productivité;
- Une approche cohérente, s'inspirant des initiatives internationales :
 - L'optimisation des efforts et des initiatives en apprenant des autres;
 - La réduction des coûts de développement en réutilisant les connaissances et les développements disponibles;
 - Des programmes soutenant le virage numérique et le déploiement du BIM robustes basés sur les leçons apprises ici et ailleurs;
 - Un alignement sur les normes internationales, ce qui augmentera les chances de la filière québécoise de la construction d'être compétitive à l'étranger et de développer des compétences locales pouvant être exportées;
- Le développement d'une stratégie pour la transition numérique en construction :
 - Une stratégie globale intégrant tous les aspects de développement de la filière québécoise de la construction et visant des cibles ambitieuses relativement à sa performance globale;
 - L'établissement de cibles liées au taux d'adoption, à la maturité des entreprises, aux nombres de projets déployés avec les nouvelles façons de faire et aux bénéfices obtenus en vertu de leurs utilisations;
 - L'établissement des moyens concrets et des indicateurs de gestion pour mesurer la progression du virage numérique en construction;
 - La planification des boucles de rétroaction permettant de communiquer adéquatement la progression du déploiement du virage numérique aux acteurs de la filière.

A1.1 Faire converger les pôles de gouvernance afin de coordonner les efforts visant à entreprendre et à soutenir le virage numérique au Québec

Besoins identifiés

- Une véritable concertation entre tous les acteurs de la filière québécoise de la construction est essentielle afin de répondre réellement aux préoccupations tout en restant cohérent et déterminé quant aux cibles à atteindre;
- La recherche d'une ouverture à partager les enjeux des différentes parties prenantes, notamment les associations patronales et syndicales, les gouvernements et leurs organismes respectifs.
- Le leadership doit s'incarner au sein de plusieurs sources, mais il doit s'exercer d'une manière harmonisée pour prévenir les risques de dédoublement et le manque de cohésion entre les différentes initiatives mises de l'avant;

- L'arrimage nécessaire de la stratégie québécoise avec les efforts nationaux et internationaux pour assurer la pertinence et préserver la capacité d'exportation du savoir québécois tout en misant sur ce qui se fait de mieux de par le monde.

Actions proposées

- Mettre en place un organisme neutre sans but lucratif dédié à la coordination des efforts, à la mobilisation et au soutien des acteurs de la filière et à l'arrimage des initiatives québécoises en matière de virage numérique et de déploiement du BIM;
- Développer une capacité de veille technologique;
- Développer des forums de partage pour faciliter l'échange de connaissances;
- Développer des partenariats avec d'autres organismes canadiens et mondiaux afin d'arrimer les initiatives et les développements;
- Soutenir, voire renforcer les espaces de concertation comme la Table multisectorielle.

« Ça prend une concertation et un message clair et sans équivoque et ça, nous on pense que oui on a une job à faire pour faire la promotion et on va le faire auprès de nos membres, mais ça doit aussi être fait à tous les paliers. C'est pour ça qu'on pense que la table multisectorielle pour le BIM est un incontournable »

— Directeur, association industrielle

Le Centre de ressources des technologies de l'information pour le bâtiment (CRTI-B) - Luxembourg

Créé en 1990, le Centre de ressources des technologies de l'information pour le bâtiment (CRTI-B) a été mis sur pied dans le contexte de l'ouverture du marché unique européen. Il visait au départ à identifier les forces et les faiblesses de l'industrie face aux nouveaux défis qui attendaient le marché luxembourgeois de la construction.

Il agit actuellement comme groupe d'intérêt économique en réunissant l'ensemble des acteurs de l'industrie de la construction (clients privés et publics, professionnels, entrepreneurs et métiers). Il vise à augmenter et maintenir la compétence et la performance du secteur de la construction au Luxembourg. Il développe et met à la disposition de l'industrie des standards en matière de contrats pour les marchés publics et en matière de coopération électronique entre les

différents acteurs impliqués dans l'industrie de la construction. Par ailleurs, le CRTI-B assure le lien avec la recherche en faisant une veille technologique autour des thématiques d'innovation. Parmi ses constituants, on retrouve L'État du Grand-Duché de Luxembourg pour lequel agissent le Ministère ayant les Travaux publics, l'Administration des bâtiments publics et l'Administration des ponts et chaussées, la Chambre des Métiers, l'Ordre des Architectes et des Ingénieurs-Conseils, la Fédération des Artisans et le Groupement des Entrepreneurs du Bâtiment et des Travaux Publics. Le financement du CRTI-B est divisé à parts égales entre le gouvernement et l'industrie.

Les constituants se regroupent au sein du comité de direction qui établit les objectifs. Par la suite, les groupes de travail (GT), regroupant les intervenants provenant du même domaine, travaillent en collaboration avec des consultants afin de développer le contenu nécessaire à l'atteinte des objectifs.

Les travaux concernant le déploiement du BIM au Luxembourg comportent 3 phases :

- Phase 1 : définition d'un standard d'utilisation et de partage d'informations;
- Phase 2 : mise en place de projets pilotes;
- Phase 3 : évaluation du standard d'utilisation et amélioration continue à l'aide d'une approche itérative.

Les travaux des groupes de travail (GT) permettent :

- Une montée en compétences de l'ensemble des partenaires de l'industrie;
- Une identification des besoins, particulièrement ceux des PME, au sein des groupes de travail;
- La tenue de débats et l'établissement de compromis pour faciliter la prise de décisions publiques consensuelles.

<http://www.crtib.lu/fr>

A1.2 Inscrire les corps publics comme donneurs d'ouvrage exemplaires en matière de construction utilisant les possibilités du numérique

« Si le gouvernement rendait le BIM obligatoire, ce serait un message clair pour les donneurs d'ouvrage et ça pourrait convaincre les derniers professionnels et entrepreneurs rébarbatifs à faire la transition... le marché reste encore peu compétitif car il n'y a pas beaucoup d'entreprises qui proposent ce genre de solution. »

— Directeur général, firme d'architecture

Besoins identifiés

- Les projets et les ouvrages publics doivent être performants et générer la meilleure valeur pour l'investissement consenti. Une saine gestion transparente des fonds publics doit être assurée; 🧑🧑🧑
- Le gouvernement a le pouvoir de stimuler l'innovation par l'adoption, pour ses propres projets de construction, des meilleures pratiques BIM inspirées du virage numérique tout en mettant en œuvre des dispositions qui permettent à l'industrie de bien gérer sa transition;
- La cohérence et la force du message envoyé à l'industrie par le gouvernement quant à sa détermination à procéder au virage numérique en construction au Québec;
- Les exigences en matière de BIM doivent être claires, cohérentes et normalisées, que ce soit sur le plan des appels d'offres (AO) ou des contrats, afin d'éliminer les contradictions et les sources de gaspillage. 🧑🧑🧑🧑

« Il faut que le gouvernement donne une direction claire en faveur du BIM qui encouragerait le développement d'une main-d'œuvre qualifiée et spécialisée dans un secteur clé de l'économie. Ça permettrait de mettre de l'avant le talent et le savoir au niveau technologique au Québec. Ça permettrait aussi aux clients de pouvoir compter sur un marché local fort, et ça permettrait aux entreprises d'ici d'exporter leur savoir-faire. »

— Directeur, firme d'architecture

Actions proposées

- Publiciser le virage numérique des projets publics afin d'envoyer un message clair que le gouvernement a pleinement entrepris le changement; 🧑🧑🧑🧑🧑
- Investir pour revoir les façons de faire en matière d'approvisionnement au sein du gouvernement pour permettre de passer d'une culture de confrontation à une culture de collaboration;

« Le gouvernement devrait faire comme la Nouvelle-Zélande et l'Angleterre qui ont pris les taureaux par les cornes. Ce qu'ils se disent ces gouvernements-là, c'est : nos besoins en infrastructures augmentent, mais pas nos revenus, donc on est obligé d'utiliser les technologies pour faire plus de projets avec les mêmes budgets. »

— Associé, firme d'architecture

- Fixer des exigences réalistes, quantifiables et claires pour les projets gouvernementaux, qui serviront d'étalonnage pour le reste de l'industrie;
- Éliminer les barrières à l'innovation au sein des marchés publics, dont :
 - La fragmentation de l'expertise par l'appel à des contrats multiples;
 - La recherche absolue du plus bas soumissionnaire conforme;
 - La segmentation des budgets d'investissement et de fonctionnement qui nuit à la recherche de la meilleure solution dans une perspective de développement durable (notion de cycle de vie d'un actif immobilier);
- Repenser le processus de développement de projet et d'attribution de contrat pour soutenir et diffuser les meilleures pratiques en matière de déploiement de projets;
- Créer une nouvelle norme d'excellence pour les projets publics de construction visant l'utilisation des nouvelles technologies et des modes collaboratifs.

La Société Québécoise des Infrastructures

Ayant un carnet de commandes avoisinant les 5,7 milliards de dollars regroupé en deux lignes d'affaires portant sur la gestion de projets et la gestion immobilière, la société québécoise des infrastructures (SQI) agit en tant qu'expert immobilier du gouvernement du Québec. S'appuyant sur un devoir d'exemplarité, guidé par des politiques gouvernementales fortes, la SQI s'est dotée d'une feuille de route BIM-PCI 2016-2021 dans le but de rencontrer ses obligations d'excellence. La feuille de route a pour principal objectif de favoriser la collaboration entre les différents partenaires de la société d'État et d'engendrer une plus grande efficacité dans les lignes d'affaires de celle-ci à travers trois volets indissociables soit, 1) les technologies, 2) les processus et 3) l'organisation du travail. Pour y arriver, la société d'État assure une gouvernance forte et agile à travers une feuille de route qui sera ajustée en fonction de l'évolution de la maturité du marché tout en supportant et accompagnant leurs équipes de projets avec de la formation BIM adaptée. La feuille de route de la SQI vise un arrimage des trois volets dans le but d'une utilisation complète du BIM (3D-7D) dans tous les projets de la société d'État en 2021.

A1.3 Accroître la demande en matière de BIM par tous les donneurs d'ouvrage publics

« Notre organisation a les moyens de ses ambitions, nous pouvons prendre des initiatives, mais il faut que l'ensemble des parties prenantes suive. Les acteurs ne sont pas tous au même niveau, il faut qu'il y ait une mise à niveau des joueurs pour atteindre une masse critique de soumissionnaires capables de réaliser les mandats et les clients sont les locomotives de cette mise à niveau »

— Directeur, client public

Besoins identifiés

- Une demande constante et à grande échelle de la part de donneurs d'ouvrage permettrait de créer un effet d'entraînement au sein de toute la filière; 
- Un plus grand volume de projets réalisés suivant les approches du BIM permettrait de cristalliser les nouvelles façons de faire et d'éviter de revenir sur les anciennes. L'objectif est de faire de l'amélioration continue; 
- Une meilleure compréhension du BIM par les donneurs d'ouvrage ouvre la porte non seulement aux pratiques innovantes durant la construction mais également sur celle qui touche la durée de vie utile entière de l'actif immobilier : le développement d'une expertise du BIM devrait exister du côté des opérateurs d'un actif afin de pleinement bénéficier du BIM en phase d'opération d'un actif. 

« Les clients publics devraient exiger le BIM d'un niveau X ou Y pour tous les projets, pas juste l'exiger bêtement, mais s'impliquer dans les projets directement. Sinon le risque est de demander trop rapidement de faire la transition sans soutien pour y arriver. Il faut vraiment prendre une approche éducative. L'entrepreneur n'ira pas s'équiper s'il n'y a pas de projets portés par les clients. Les premiers pas devraient être faits par le gouvernement. Actuellement, seuls les gros entrepreneurs peuvent se permettre de faire la transition pour y dégager un avantage concurrentiel, mais il ne faut pas que ça s'arrête aux gros projets. »

— Chargé de projet, client

Actions proposées

- Développer de nouvelles exigences BIM et les inscrire dans les documents contractuels des différentes entités gouvernementales et des autres instances publiques (incluant hôpitaux, universités, commissions scolaires, etc.) : créer un comité de travail pour soutenir le développement d'exigences du BIM et les arrimer parmi les donneurs d'ouvrage; 
- S'entendre sur une définition claire des besoins et développer un langage cohérent entre les différents donneurs d'ouvrage; 
- Accompagner les donneurs d'ouvrage quant à la gestion du changement dans les pratiques d'opération et de gestion d'actifs immobiliers soutenus par le BIM; 
- Développer les compétences des opérateurs pour utiliser et maintenir des pratiques numériques de gestion d'actifs.

Exemple d'exigences publiques BIM autour du monde

En matière d'exigences des donneurs d'ouvrage publics pour le BIM, plusieurs gouvernements exigent ou sont sur le point d'exiger que le BIM soit utilisé sur les projets financés par les fonds publics. C'est le cas du General Services Administration (GSA) aux É.-U., qui exige des biens livrables BIM depuis 2007, ou le gouvernement de Singapour, qui effectue sa revue de projet avec les maquettes numériques pour tout bâtiment de plus de 5 000 m². Parmi les initiatives, les exigences du gouvernement britannique, en place depuis avril 2016, sont sans doute les plus médiatisées. Ce dernier exige l'utilisation du BIM de niveau 2, notion clairement définie et cohérente pour tous acteurs.

A1.4 Développer et soutenir une stratégie québécoise de transition vers le numérique pour l'industrie de la construction en mettant de l'avant des cibles claires et des mesures suffisantes et concrètes

Besoins identifiés

- Une harmonisation des exigences, des cibles, des mesures de soutien et des attentes durant la transition est essentielles afin de partager des objectifs communs qui baliseront la transformation de la filière;
- Il existe une urgence d'agir sans quoi le Québec risque de se marginaliser par rapport aux meilleures pratiques mondiales. Par exemple, l'Accord économique et commercial global (AECG) entre le Canada et l'Union européenne (UE), en vigueur depuis septembre 2017, donne

«[...] accès au niveau infranational (c.-à-d. aux marchés régionaux et municipaux) aux marchés des autorités contractantes locales, des organismes de droit public (p. ex. hôpitaux, écoles, universités), des services publics [...] Sont inclus les marchés de services professionnels, comme les services d'architecture, d'ingénierie et de construction, dont la valeur est supérieure aux seuils stipulés.»;

- Une implication efficace des différents acteurs de la filière qui doivent participer activement à l'orchestration de cette vaste transformation vers le numérique en construction;
- La complexité de cette transformation exige une vision sur le long terme mais avec des cibles ponctuelles concrètes qui baliseront la transformation sur un horizon d'au moins 10 ans. Étant donné le retard relatif du Québec à l'échelle mondiale, ces travaux doivent être entrepris dans les meilleurs délais.

Actions proposées

- Développer une stratégie québécoise de transition numérique, de concert avec les acteurs de la filière québécoise de la construction; 🧑🧑🧑🧑🧑
- Établir des cibles ambitieuses, mais réalistes;
- Déployer des moyens concrets pour mettre en place et soutenir la stratégie; 🧑🧑🧑🧑🧑
- Identifier des indicateurs de performance pertinents pour mesurer la progression du déploiement de la stratégie;
- Confier le développement et le déploiement de cette stratégie à un organisme neutre (voir A-1.1).

« Ça prend un plan national, c'est plus difficile d'avoir un plan commun au niveau canadien, mais c'est possible au niveau du Québec si on est capable de passer par-dessus les vieux conflits. »

— Conseiller, client public

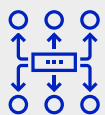
Une stratégie pour le virage numérique

Le Québec dispose d'une occasion unique de s'inscrire comme un chef de file nord-américain pour concevoir et mettre en œuvre une telle stratégie, par ailleurs déjà présente dans plusieurs pays européens et de l'Asie. En effet, plusieurs ont développé des stratégies pavant la voie au renouvellement de leur industrie de la construction. Ces stratégies sont d'ordre global donc axées sur la transformation de l'industrie dans son ensemble, ou ciblées, ce qui implique seulement une partie des intervenants de l'industrie ou l'introduction d'une pratique particulière. L'une des meilleures références en ce sens est sans doute la stratégie *Construction 2025* adoptée par le gouvernement britannique, qui établit quatre cibles globales pour l'industrie : 33 % de réduction des coûts de construction, 50 % de réduction des échéanciers, 50 % de réduction de gaz à effet de serre et 50 % d'augmentation en exportation d'expertise et de services. Le gouvernement français, quant à lui, a mis sur pied un plan agressif de transition vers le numérique dans le bâtiment en injectant une somme de 20 M€ sur une période de trois ans. Le plan de transition français propose trois

vecteurs majeurs d'intervention pour entreprendre le virage numérique, soit la démocratisation, l'accompagnement et le développement de l'écosystème numérique. Au niveau canadien, la feuille de route de buildingSMART Canada se veut en quelque sorte un signal lancé à l'industrie pour accélérer le déploiement du BIM à l'échelle nationale.

« Il faut que le gouvernement cible des objectifs par exemple une augmentation de la productivité, de l'efficacité énergétique, une réduction des gaz à effet de serre... Le but c'est de se mettre ensemble pour définir la marche à suivre. »

— Directeur, client public



Axe 2 engagement et accompagnement

Cet axe concerne l'engagement, l'encadrement et l'accompagnement des acteurs de la filière québécoise de la construction dans le virage numérique et du déploiement du BIM. En effet, les preuves en matière de bénéfices liés à l'utilisation du BIM ne sont plus à faire, l'utilisation du BIM dans un environnement collaboratif permet de déployer des projets de meilleure qualité à moindres coûts et dans des délais plus courts. Par contre, bien que le BIM gagne en popularité au Québec, il manque encore une masse critique pour véritablement briser l'inertie quant à la matérialisation réelle du virage numérique en construction au Québec.

Il s'agit donc de favoriser l'engagement des acteurs en faisant la promotion du BIM par la diffusion des bénéfices du BIM et le partage des leçons apprises et des meilleures pratiques afin de démystifier le BIM. Il est primordial de convaincre les acteurs de la filière que le BIM est inéluctable et de les conscientiser

quant aux implications du virage numérique. De plus, Il est important de soutenir les entreprises lors de l'amorce du virage afin de le rendre plus concret, de démontrer que le BIM est l'affaire de tous et qu'il peut être utile à tous peu importe la nature et l'ampleur du projet. Ceci peut se faire au moyen de projets pilotes ciblés permettant aux entreprises d'acquérir des connaissances et de gagner en compétences. Ces projets pilotes doivent être bien encadrés afin de créer un contexte positif qui encourage les entreprises et leurs employés à aller plus loin et à gagner en maturité.

À défaut d'agir en ce sens, un fossé se créera (ou plutôt ne fera que s'accroître) entre les entreprises qui ont entrepris le virage et celles qui ne l'ont pas fait. Il serait néfaste qu'une proportion significative de la filière québécoise de la construction rate le virage et se retrouve marginalisée et vulnérable.

Il est important de soutenir les entreprises lors de l'amorce du virage afin de le rendre plus concret, de démontrer que le BIM est l'affaire de tous et qu'il peut être utile à tous peu importe la nature et l'ampleur du projet.

Facteurs de succès

- Un message clair et fort de l'intention des acteurs de la filière quant à l'importance du virage numérique et de ses implications;
- Un engagement direct et soutenu de la part des acteurs de la filière;
- L'offre d'un soutien continu et ciblé aux entreprises;
- Une ouverture et un partage des connaissances parmi les acteurs de la filière;
- Un encadrement des programmes de subvention et de soutien;
- Un réseau de soutien structurant et qualifié permettant d'aider les entreprises dans le virage numérique et la gestion des différents changements que cela suppose.

Résultats attendus

- La création d'un mouvement massif vers le BIM et les technologies du numérique dans la filière québécoise de la construction;
- La conviction que le BIM est une solution efficace et pérenne sur laquelle il faut bâtir;
- Le développement d'une masse critique d'entreprises et de donneurs d'ouvrage qui adhèrent au déploiement du BIM et qui en font une pratique efficace et compétitive;
- La mise en place de projets pilotes structurants qui permettront de dégager de l'information tangible sur la véritable valeur de ces nouvelles pratiques dans le contexte québécois;
- La diffusion d'informations neutres, pertinentes et dissociées d'intérêts commerciaux afin de guider concrètement et de manière désintéressée les acteurs de la filière.

« Un des problèmes actuels dans l'industrie est qu'il n'y a pas de sentiment d'urgence et pas vraiment d'échéance concrète devant nous. Ça prend des activités à court terme pour guider l'industrie. Ce qui est dangereux, c'est qu'avec les accords commerciaux avec l'Europe et les autres provinces, les clients peuvent se tourner vers d'autres entreprises. »

— Directeur, client public

A2.1 Créer un mouvement vers le BIM afin de briser l'inertie

Besoins identifiés

- Le développement d'un marché présentant une masse critique d'offres et de demandes au Québec. 🧑🧑🧑🧑🧑
- Une démystification du BIM afin de le rendre accessible pour tous les acteurs de la filière; 🧑🧑🧑🧑
- Un partage de l'urgence de faire le virage numérique sans quoi le savoir-faire et la réputation en construction au Québec pourraient être sérieusement compromis; 🧑🧑
- Une conviction que le BIM n'est pas que le déploiement de nouveaux outils technologiques mais qu'il marque un changement profond dans les façons de faire axé sur une culture de collaboration; 🧑🧑🧑
- Une prise de conscience éclairée des enjeux de l'implantation du BIM pour les acteurs de la filière en fonction de leur contexte et de leurs objectifs; 🧑🧑🧑
- Communiquer - il faut en parler.

Actions proposées

- Mettre en place un réseau de soutien structurant qui permettra d'adresser non seulement les volets technologiques, mais bien l'ensemble des volets : culturels, organisationnels, juridiques, financiers, individuels (compétence et formation), etc.; 🧑🧑🧑🧑
- Développer une plateforme informatisée qui centralise et organise les informations par rapport au BIM au Québec car il s'agit d'un irritant majeur pour ceux qui désirent en apprendre plus sur le BIM, notamment en langue française. Ce portail devra être administré par un organisme neutre, non affilié à des intérêts commerciaux;
- Démontrer la valeur et les bénéfices du BIM dans la perspective des différents acteurs de la filière construction en développant notamment des études de cas diffusées à travers le portail;
- Diffuser les meilleures pratiques et contribuer à identifier les partenaires qualifiés pour soutenir l'industrie. 🧑🧑🧑

Le Plan de transition numérique dans le bâtiment - France

Selon le site, le Plan de transition numérique dans le bâtiment (PTNB), développé par le gouvernement français, vise à accélérer le déploiement et l'appropriation des outils numériques à l'échelle de l'ensemble du secteur du bâtiment. Il poursuit trois objectifs :

1. Expérimenter, capitaliser, convaincre et donner envie à la filière construction de s'approprier le numérique;
2. Permettre la montée en compétences des professionnels du bâtiment autour du numérique et le développement d'outils adaptés à tous les chantiers en privilégiant les objectifs de massification pour le déploiement et en accordant une attention toute particulière aux solutions BIM pour les petits projets;
3. Développer un écosystème numérique de confiance en encourageant les travaux de normalisation et permettre ainsi l'interopérabilité des outils et logiciels.

Entre autres, le PTNB consacre un axe complet à la démocratisation du BIM dans sa feuille de route opérationnelle. L'axe intitulé *expérimenter, capitaliser, convaincre pour donner envie à tous les acteurs* met de de l'avant six actions spécifiques, soit :

- 1. Développer un portail du numérique;
- 2. Analyser les retours d'expérience;
- 3. Plancher sur la maîtrise d'ouvrage et le BIM;
- 4. Développer un réseau national des initiatives locales;
- 5. Valoriser la démarche numérique;
- 6. Mener des études sur les conditions de généralisation de recours à la maquette.

Ces actions ont pour but d'engager les acteurs de la filière française et de les outiller pour prendre une décision informée.

Source : batiment-numerique.fr

A2.2 Mettre en place des incitatifs pour susciter la prise en charge du virage par les acteurs de la filière construction

Besoins identifiés

- Les coûts liés au déploiement du BIM, dont l'achat d'équipement et de logiciels et la formation, de même que les coûts liés à la perte de productivité durant la phase de transition sont prohibitifs pour des petites ou des micros-entreprises; 🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑
- Il existe un besoin pour exposer des études de cas et de la documentation pour soutenir les entreprises dans leurs prises de décision; 🧑🧑
- Besoin d'une masse critique de soumissionnaires; 🧑🧑🧑🧑
- Les entreprises veulent être en mesure de se tourner vers un réseau de soutien qualifié qui pourra les soutenir d'une manière adaptée à leur réalité. 🧑🧑🧑🧑

Actions proposées

- Mettre en place des crédits d'impôt à l'achat d'équipement et de logiciels et à la formation, ciblant un bassin d'entreprises éligibles, afin de rembourser les coûts selon des balises à élaborer; 🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑
- Mettre sur pied un programme d'accompagnement pour les PME par les donneurs d'ouvrage publics experts, comme la Société québécoise des infrastructures (SQI), Hydro-Québec, les municipalités, etc.; 🧑🧑🧑🧑
- Développer des incitatifs significatifs pour l'innovation à même les projets, inspirés de la politique sur l'art et l'architecture, qui dédie un pourcentage du budget de projet à l'intégration d'innovations dans le projet; 🧑🧑
- Prévoir des enveloppes budgétaires pour couvrir les frais de transition du virage numérique au sein de projets publics (ex. pertes de productivité et honoraires supplémentaires); 🧑🧑🧑
- Voir l'axe 4 pour les actions à entreprendre sur le plan de la formation.

« Les crédits d'impôt pour la formation ne suffisent pas à la demande, les infrastructures technologiques présentent un coût faramineux que seulement les grosses entreprises sont capables d'absorber »

— Directeur, firme d'architecture

Les fonds BIM du Gouvernement de Singapour

Le gouvernement de Singapour a mis en place un programme de remboursement pour les dépenses d'entreprise liées au BIM. Le gouvernement remboursait jusqu'à 50 % des coûts de la transition. Le gouvernement a dédié l'équivalent de 12 M\$ CAD au programme. Les coûts admissibles sont :

- 1. Coûts de formation
- 2. Coûts pour l'accompagnement
- 3. Coûts pour l'infrastructure informatique
- 4. Coûts pour les outils BIM et de collaboration

Plus d'information : <https://www.bca.gov.sg/BIM/bimfund.html>

« Les professionnels sont réticents à assumer les frais d'implémentation du BIM, les frais supplémentaires rattachés au projet par exemple quand un client demande l'utilisation d'une interface particulière pour la saisie de donnée pour que les données soient entrées directement dans la base de données du client et que le professionnel ne possède pas cet outil en particulier à la base »

— Directeur, consultant

A2.3 Faire la promotion des meilleures pratiques dans la livraison et le maintien de notre environnement bâti

Besoins identifiés

- Vulgarisation de la notion de cycle de vie afin de favoriser l'adoption de meilleures pratiques dans le partage et la gestion de l'information générée dans le cadre d'un projet de construction et récupérée pour opérer l'immeuble, le maintenir, le restaurer et en disposer. Une meilleure performance de l'environnement bâti doit profiter à tous les acteurs de la filière; 
- Compréhension des acteurs à savoir que le passage au BIM va de pair avec d'autres approches innovantes qui utilisent la collaboration pour optimiser la valeur et favoriser l'élimination du gaspillage sous toutes ces formes; 
- Élaboration concrète des étapes à suivre et des mesures à prendre pour entreprendre le virage.

« Pour les livrables, il y a beaucoup de documents qui commencent à sortir. Il faudrait s'entendre sur un format, par exemple les manuels de pratique canadiens pour la MDB, mais il y a du travail à faire encore. On a beaucoup avancé au Québec grâce à la SQI avec son contrat à elle. Il faut que ce soit ouvert, et que les gens le comprennent bien. »

— Vice-président, firme d'ingénierie

« Tout passe par l'éducation, l'accompagnement, la promotion. Il ne faut pas se le cacher, il faut faire de la promotion positive pour briser les préjugés. Les meilleurs ambassadeurs c'est ceux qui l'ont vécu, parce que la marche peut être grande pour les entrepreneurs. L'accompagnement, la démocratisation qui fonctionne le mieux c'est quand ça répond directement à leurs besoins. »

— Directeur, client public

Actions proposées

- Développer des guides, des protocoles et des études de cas qui proviennent directement d'acteurs ayant vécu la transition et transmettre toutes les facettes du parcours en entreprise qu'elles soient positives ou négatives (il existe une tendance marquée à ne parler que des bienfaits du BIM sans aborder les difficultés rencontrées);
- Soutenir financièrement (ou par d'autres moyens) les organismes et les entreprises qui auraient la volonté de partager leurs expériences concrètes par le biais du portail d'information (voir 2.1);
- Favoriser le développement de matériel promotionnel par les organismes gouvernementaux;
- Établir des communautés de pratique par thématique selon les intérêts des acteurs.

A2.4 Élargir le bassin de projets par secteur d'activité

« Le résidentiel à prix modique est un excellent terrain pour laisser les entrepreneurs s'adapter à la nouvelle réalité. Il y a plusieurs PME qui commencent des mandats publics par la SHQ par exemple, ce serait intéressant de voir si ces mandats ne pourraient pas être faits en BIM. [...] Le logement social est la base de la pratique en construction, c'est l'endroit idéal pour élargir le bassin de projets innovants »

— Conseiller, client public

Besoins identifiés

- Élargissement de l'offre pour participer à des projets BIM pour un plus grand bassin d'acteurs de la filière;
- Le contexte doit être propice à l'expérimentation des nouvelles approches (ex. un projet avec un échéancier trop serré ne devrait pas être lancé pour une première fois en BIM). Il importe de pouvoir bien suivre le déploiement du projet et de mesurer concrètement les avantages et les défis lors de l'utilisation du BIM;
- Il faut offrir la possibilité aux acteurs de se faire une tête quant au déploiement du BIM, adapter le processus à la réalité de leur entreprise et, finalement, développer de l'expertise et des connaissances dans différents secteurs d'activité;
- La sélection de projets moins complexes pour les débutants est un prérequis important afin d'optimiser les chances de succès de la réalisation d'un projet BIM.

« Il faut aussi que les clients s'entendent, peut-être avec l'aide du gouvernement, pour cibler un domaine dans lequel tu fais des projets pilotes, des prototypes, pour donner des chances à des joueurs de plus petite taille de faire la transition. Par exemple, ça pourrait être des bâtiments de 2-3 étages avec systèmes électriques et mécaniques de type X ou Y, donc des projets avec des critères précis et répétitifs. »

— Directeur, client public

Actions proposées

- Cibler une série de projets pilotes par secteur d'activité et mettre en place des approches structurées qui permettent de vérifier des indicateurs ciblés avec des contraintes connues et des variables contrôlées (le mieux que possible);
- À l'instar de la France, cibler le logement social comme vecteur d'accélération du virage numérique en introduisant des exigences et des incitatifs à utiliser des nouvelles approches au déploiement de projets, dont le BIM;
- Accompagner les entreprises dans le développement de projets pilotes en fournissant des ressources sur le plan de la planification et de la mise en œuvre du projet, ce qui inclut la création de guides sur le déroulement d'un projet pilote;
- Financer partiellement les projets pilotes en ciblant, par exemple, les coûts attribuables à la R et D, ou au moyen de crédits d'impôt pour le développement de l'entreprise.

« Il manque de projets pour la masse de PME, soit la majorité des entreprises en construction. Il faudrait que la SHQ fasse des projets en BIM pour habituer les petits entrepreneurs et leur faire faire le virage. Ce sont des projets à plus faibles risques (quantités et coûts moyens connus, géométries simples, habitation...), donc parfaits pour apprendre. Si les entrepreneurs n'ont pas de projets à leur taille, ils ne seront pas tentés de faire le saut. »

— Directeur, institution d'enseignement



Axe 3 Collaboration et exécution

Cet axe concerne la mise en place d'environnements qui sont propices au déploiement du BIM et au virage numérique. Fondamentalement, le virage numérique en construction incite à revoir la façon dont notre environnement bâti est livré, gérée et maintenue. Le BIM engendre de nouvelles approches à la collaboration et à l'exécution de projets qui éliminent les silos entre les disciplines et favorisent une reconfiguration des interventions au cours des différentes étapes du projet. Ces nouvelles approches appellent, entre autres, à un redéploiement important des rôles et des responsabilités des acteurs de la filière. L'accessibilité et la démocratisation de l'information exploitable posent des défis d'ordres légal et contractuel sans compter le partage équitable des avantages et des nouveaux risques liés aux BIM. La normalisation des structures de données et des échanges d'information est aussi un enjeu

important afin que tous les acteurs disposent des informations pertinentes dans les temps voulus et dans des formats adéquats aux tâches à réaliser.

Il est donc nécessaire de développer des directives, des protocoles et des normes techniques pour faciliter et normaliser l'utilisation du BIM au Québec. De façon plus importante, il est nécessaire d'établir un contexte législatif, financier et normatif favorable au déploiement du BIM et au virage numérique. Ceci passe par le développement de politiques structurantes et cohérentes. En fait, il faut créer un contexte de projet où chacun y trouve son compte. En l'absence d'un tel contexte, le déploiement du BIM à son plein potentiel est incertain, ce qui aura comme incidence le prolongement du statu quo et la perte de compétitivité des entreprises de la filière.

De façon plus importante, il est nécessaire d'établir un contexte législatif, financier et normatif favorable au déploiement du BIM et au virage numérique.

Facteurs de succès

- La diffusion de connaissances liées aux nouvelles approches de déploiement de projets;
- Le développement en mode collectif et collaboratif d'une série de normes uniformisées, basées sur les normes existantes provenant d'ailleurs dans le monde;
- Une refonte complète des modes d'approvisionnement qui soutiennent des approches plus collaboratives au déploiement de projets;
- L'engagement des divers acteurs de la filière dans la revue des modes d'approvisionnement.

Résultats attendus

- Des environnements propices au déploiement d'approches performantes dans un environnement de projet de construction;
- Une série de normes utiles et largement adoptées par la filière;
- Un langage commun qui facilitera la compréhension mutuelle tout en évitant les pertes de temps attribuables au fait de réinventer la roue;
- Un nivellement des connaissances et la création d'une base commune qui réduiront énormément le gaspillage lié à la répétition inutile de tâches pouvant être normalisées, voire automatisées;
- Le développement d'un système d'évaluation des compétences et des capacités, voire de la maturité des donneurs d'ouvrages, des entreprises et des individus.

« La forme contractuelle actuelle est une des principales menaces au plein déploiement du BIM. Le BIM est actuellement vu comme un "plus" par rapport au projet initial et tant qu'on ne change pas notre façon de passer les contrats, tant qu'on ne modifie pas la vision des professionnels de l'utilisation de ces technologies-là, ça va rester comme un "plus" au projet, et si c'est vu comme ça, c'est comme si on pouvait s'en passer facilement sans affecter la qualité du projet. »

— Directeur, consultant

A3.1 Mettre en place un cadre politique, légal et financier favorable au déploiement du BIM

Besoins identifiés

- Atténuation des barrières considérables au déploiement du BIM imposé par les environnements de projets actuels;
- Révision des cadres légal, réglementaire et financier afin d'inciter à l'innovation et à la diminution des barrières qui freinent la collaboration; 🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑
- Avoir l'assurance de disposer d'un cadre qui permet la production, la gestion et l'échange d'information sans compromettre les responsabilités des différents acteurs au sein d'un projet; 🧑🧑🧑🧑🧑
- Avoir l'assurance que toutes les parties prenantes comprennent bien les usages du BIM au sein du projet et que ces usages soient encadrés;
- Révision des modes de rémunération des professionnels en fonction de l'effort déployé par rapport à la qualité des informations générées pour satisfaire les besoins du donneur d'ouvrage; 🧑🧑🧑
- Compréhension partagée du besoin de déplacer les efforts de conception plus en amont par rapport aux approches actuelles; 🧑🧑🧑
- Distribution équitable des bénéfices reliés au BIM entre tous les contributeurs d'un projet;
- Portée contractuelle des maquettes de conception;
- Valeur contractuelle des maquettes numériques
- Provisions pour les honoraires professionnels BIM;
- Évolution du droit et des lois afin de répondre aux nouvelles réalités (sceau, responsabilité professionnelle, etc.);
- Exigences réglementaires bénéficiant des fonctions du BIM.

Actions proposées

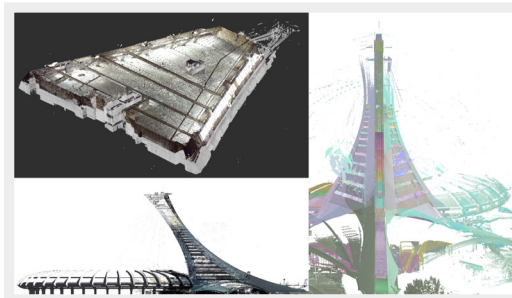
- Déployer des dispositifs harmonisés qui permettent de traiter les enjeux légaux. L'annexe relative aux contrats de modélisation des données du bâtiment (MDB) de l'IBC est un bon exemple d'un dispositif efficace pour gérer ce type d'enjeux; 🧑🧑🧑🧑🧑🧑
- Réviser les dispositions encadrant la rémunération des services professionnels (décrets) afin de les adapter aux nouvelles réalités de déploiement de projets dans le contexte du BIM pour les projets publics du gouvernement du Québec. Dans le contexte de projets privés ou d'autres types de projets publics qui ne sont pas assujettis au décret, une meilleure définition des services fournis et des biens livrables au moyen, entre autres, d'une annexe BIM au contrat. 🧑🧑🧑🧑🧑

« Les clients publics devraient tenir compte du coût global du projet sur sa durée de vie, faire la planification adéquate des coûts réels par exemple sur 25 ans. S'ils font ça, le BIM va s'imposer de lui-même. »

— Directeur, institution d'enseignement

Le Mat du Stade olympique – Provencher_Roy architectes

Récipiendaire du prix CanBIM du meilleur projet BIM dans la catégorie Design & Engineering 2017 pour le projet de réfection de la Tour de Montréal, Provencher_Roy a fait usage du balayage laser dans le but de générer un relevé précis et exhaustif des conditions existantes de la tour du stade olympique. En raison de la complexité de



la structure de celle-ci, du manque de précision de la documentation technique disponible et des nombreuses modifications du bâtiment au fil du temps, l'information disponible était limitée et n'était pas suffisamment précise pour faire face à l'ampleur des travaux à réaliser, ce qui introduisait énormément de risque dans le projet. Des balayages laser extérieurs et sur chacun des étages de la tour ont été effectués afin de permettre la création d'une maquette numérique 3D de haute précision. Cette maquette a grandement facilité la prise de décision de l'équipe de conception, incluant les architectes, ingénieurs et sous-traitants qui ont, d'une manière ou de l'autre, extrait des données dans le but de mieux planifier le réaménagement de cette tour emblématique.

Gracieuseté de Provencher_Roy, tous droits réservés. Client Régie des installations olympiques.

A3.2 Développer des normes afin de standardiser le travail là où il gagne à l'être

Besoins identifiés

- Élaboration de moyens visant l'interopérabilité des systèmes d'information. Cet enjeu est considéré comme l'une des plus grosses barrières à la collaboration entre les différents acteurs d'un projet. L'interopérabilité signifie la codification des éléments d'une maquette pour qu'ils soient exploitables par différents outils. Les normes quant à la structure des données et à leur nomenclature devraient donc être indispensables; 🧑🧑🧑🧑🧑
- Normalisation de nombreux processus répétitifs souvent reliés aux protocoles d'échanges d'information pour supporter des tâches ou des activités particulières; 🧑🧑🧑🧑🧑🧑🧑
- Harmonisation des exigences en matière de BIM afin de permettre de mieux évaluer les services à rendre et la qualité des résultats obtenus; 🧑🧑🧑🧑
- Élaboration d'outils de gestion standardisés comme un plan de gestion BIM générique qui pourrait servir de maquettes à adapter; 🧑🧑
- Gestion des incongruités de la maquette en cours d'appels d'offres ou des travaux.

Actions proposées

- Développer un cadre de gestion BIM arrimé sur les normes nationales et internationales, dont celles développées par buildingSMART International (voir ci-dessous) et d'autres normes internationales reconnues (dont Omniclass. Par exemple, elle peut être alignée sur la norme d'échange d'information COBie ou être légèrement modifiée; 🧑🧑🧑🧑)
- Développer ces normes de façon concertée en collaboration avec toutes les parties prenantes de la filière; 🧑🧑🧑🧑
- Mandater un organisme neutre afin de mener cet effort et de prendre en considération les différentes perspectives;
- Soutenir l'adaptation de ces normes selon les besoins des donneurs d'ouvrage en ce qui a trait aux besoins spécifiques en information quant aux conventions particulières à celle-ci. 🧑🧑

« Il faut que le monde se comprenne mieux. Ça prend de la documentation, un guide universel pour le Québec par exemple qui explique ce que l'architecte tire de la maquette, ce qu'il met comme information vs ce dont l'entrepreneur veut de la maquette, ce qu'il met dedans comme information, etc. Les gens ne comprennent pas ce dont les autres acteurs ont besoin, ce qui crée des problèmes. »

— Vice-président, firme d'ingénierie



Depuis 1994, buildingSMART International se penche sur la question de l'interopérabilité dans l'environnement bâti. Au fil des ans, l'organisme a développé une série de normes afin de soutenir l'interopérabilité entre les différentes plateformes numériques et de normaliser les flux de travail entre les différents acteurs de la filière. Ces normes sont ouvertes et neutres : le « openBIM » (ou BIM ouvert) est ainsi né. Le BIM ouvert est basé sur cinq normes, dont trois sont certifiées ISO, qui forment la base pour tout échange d'information numérique en construction : les *Industry Foundation Classes* (IFC), les *Model View Definitions* (MVD), les *Information Delivery Manuals* (IDM) l'*International Frameworks Dictionary* (IFD) et le format de collaboration BIM (BCF). Plus de 20 pays, dont le Canada, ont signé une lettre d'intention pour supporter l'utilisation du BIM ouvert.

A3.3 Cadrer les rôles et les responsabilités des acteurs de projet et les adapter aux nouvelles pratiques numériques

Besoins identifiés

- Il existe un besoin de bien cadrer les limites de responsabilité des acteurs de la filière puisque le travail collaboratif du BIM brise en partie les silos entre les disciplines et entre les professionnels et les entrepreneurs; 🧑🧑🧑🧑
- En parallèle, de nouveaux rôles apparaissent et sont directement liés à la production, à la gestion, à l'échange ou à la consommation de l'information. Du moins, des rôles existants changent; 🧑🧑
- Il est nécessaire de clarifier ces nouveaux rôles et ces responsabilités afin d'éviter les conflits possibles; 🧑🧑
- Rôles supplémentaires dans les projets BIM. 🧑

Actions proposées

- Former un comité multidisciplinaire qui se penche sur la clarification des rôles et des responsabilités, s'inspirant des normes et des libellés existants et de ceux qui seront produits;
- Développer des mécanismes pour identifier ces nouveaux rôles et cerner la portée des responsabilités (cadre légal);
- Développer la formation et l'enseignement des acteurs sur les bases de ces nouveaux rôles et responsabilités (voir axe 4).

A3.4 Définir de nouvelles approches collaboratives au déploiement de projets et à son cycle de vie

Besoins identifiés

- Amélioration de la performance du projet et mise en place des conditions gagnantes pour l'équipe de projet en éliminant le plus d'irritants possibles; 🧑🧑🧑🧑
- Valorisation prioritaire des objectifs du projet par rapport aux intérêts individuels; 🧑🧑
- Création de mécanismes de gestion multipartites pour le partage des risques et des récompenses pour susciter la pleine implication des parties prenantes à la réussite du projet;
- Le BIM doit permettre de développer plus facilement une vision globale d'un actif bâti, allant de la décision de construire à la concrétisation des bénéfices jusqu'aux apprentissages communs.

« La transition vers le BIM dans l'industrie de la construction, c'est majeur pour l'industrie, mais aussi pour le métier d'architecte. L'accompagnement du client change de façon drastique, il faut renouveler les connaissances des employés. On ne peut plus travailler de la même façon, tout est plus transparent. »

— Associé, firme d'architecture

« Le problème qu'il faut attaquer, c'est que les gens ne sont pas encore habitués à la transparence. C'est ce qui ralentit le plus le mouvement vers le BIM, parce qu'avec le BIM, tu ouvres ton manteau même si t'es tout nu en-dessous. Tu travailles dans les mêmes bases de données, les gens ne sont pas habitués avec ça. Les gens sont habitués de garder l'information pour eux et ils pensent que c'est comme ça qu'ils font leur argent. »

— Associé, firme d'architecture

Actions proposées

- Explorer de nouvelles approches qui ont fait leurs preuves ailleurs dans le monde, notamment la réalisation de projet intégrée (RPI) et l'implantation d'approches Lean au déploiement de projets, avec le BIM comme outil de soutien, le tout au moyen de projets pilotes; 🧑🧑🧑
- Modifier le cadre législatif de développement de projet et d'octroi de contrat pour permettre ces nouvelles approches; 🧑🧑🧑
- Élargir la portée des cursus de formation pour inclure ces nouvelles approches.

La réalisation de projet intégrée (RPI)

La réalisation de projet intégrée (RPI) est une « méthode de livraison de projet qui se distingue par un arrangement contractuel entre, au minimum, un propriétaire, un entrepreneur et un professionnel en conception qui aligne les intérêts commerciaux de toutes ces parties. La RPI motive la collaboration des intervenants tout au long du processus de conception et de construction, en liant le succès des parties prenantes à la réussite du projet. » La RPI a été développée afin de permettre une approche au plus juste (Lean) à la réalisation de projet. Les principes clés de la RPI sont :

- L'implication en amont des parties prenantes clés;
- L'allocation des risques appropriée;
- Le partage des risques et des récompenses;
- Le contrôle de projet conjoint;
- La validation des objectifs et des cibles conjointes;
- Le succès des parties basées sur les résultantes du projet.

Source : American Institute of Architects, 2007, Integrated Project Delivery : A Guide.



Axe 4 Formation et enseignement

Cet axe concerne le développement des connaissances et des compétences des différents acteurs de la filière québécoise de la construction. Ce développement concerne non seulement les apprenants mais aussi les maisons d'enseignement et les ressources appelées à offrir des activités de formation. Le travail doit s'articuler sur plusieurs fronts : d'un côté les contenus des formations doivent être cohérents et à jour par rapport aux nouvelles tendances et, de l'autre, la formation doit être adaptée aux besoins de la vaste clientèle tout en étant accessible.

La nouvelle réalité d'une industrie tournée vers les technologies du numérique doit inspirer une refonte massive du curriculum d'enseignement. Cette refonte concerne autant le contenu que les méthodes d'enseignement. Évidemment, cette situation exige des investissements afin de développer ces nouveaux curricula et d'offrir des infrastructures adéquates pour soutenir l'enseignement. Une meilleure interaction entre l'industrie et le milieu académique serait profitable afin d'aligner l'offre

en enseignement avec les besoins de l'industrie. Cette interaction est déjà bien présente aux niveaux collégial et technique, mais semble être plus difficile pour le volet universitaire. L'accréditation de cours ou de programmes peut aussi être un puissant vecteur pour susciter le changement puisque les entreprises voudront se démarquer par rapport aux concurrents. De plus, l'intégration du BIM n'est pas une exigence de la part des organismes de certification pour l'instant. Enfin, les maisons d'enseignement ne sentent pas une forte demande pour le BIM ce qui freine le développement des programmes, quoique la situation change lentement. Bref, le manque d'incitatifs pour changer ce curriculum et l'absence de demande claire de la part de l'industrie font en sorte que le milieu de l'enseignement bouge lentement, ce qui ralentit le virage numérique.

Sur le plan de la formation, les choses sont quelque peu différentes. Il existe plusieurs ressources qui fournissent de la formation technique sur des outils du BIM. Ces ressources sont de plus en plus diversifiées et offrent des formations spécifiques par discipline,

par rôle ou par outil. Par contre, elles peuvent être coûteuses et sont généralement données dans les grands centres. Il existe des ressources en ligne, mais celles-ci peuvent ne pas satisfaire à tous les besoins. Ainsi, l'accès et la disponibilité, de même que la spécificité de la formation sont des besoins qui ont été identifiés dans l'étude. Finalement, il existe un besoin de valider les compétences des différents acteurs de la filière afin d'assurer la cohérence et la progression de l'offre.

Développer ces nouveaux curricula et d'offrir des infrastructures adéquates pour soutenir l'enseignement

Facteurs de succès

- Un consensus doit s'établir quant aux besoins de l'industrie en matière de qualification de la main-d'œuvre pour assurer sa compétence et son évolution;
- Un appui financier est souhaité pour le développement de contenu et l'intégration des nouvelles connaissances liées au BIM dans le système actuel;
- La mise en place de mécanismes pour développer ce contenu et ces connaissances. Ces mécanismes prennent la forme de groupes de travail (GT), appuyés par les associations, pour cibler et formaliser les besoins;
- La mise en place de GT et l'obtention de l'appui du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) pour entreprendre la création de nouveaux cours et programmes étant donné l'effort important à consentir.

Résultats attendus

- Une offre de formation efficace qui contribue au développement d'une main-d'œuvre qualifiée;
- Une chaîne d'approvisionnement sensibilisée au potentiel du BIM;
- Le développement d'une offre normalisée, où les contenus pédagogiques seront similaires dans toutes les régions du Québec;
- Une bonne maîtrise des approches et des outils qui permettra d'accélérer le virage numérique;
- Le développement de certifications individuelles (et d'entreprise) reconnues et pertinentes;
- Une qualité de l'enseignement harmonisée qui cadre avec la vision du virage numérique en construction au Québec.

A4.1 Orienter les curricula et les méthodes d'enseignement et de formation vers les pratiques émergentes

Besoins identifiés

- Adaptation de l'approche pour former et éduquer les professionnels et la main-d'œuvre pour l'industrie 4.0 en adéquation du contexte particulier de l'industrie (ex. profils de compétence variés, nouveaux rôles, professionnels, techniciens et travailleurs, etc.); 
- Exposition des étudiants aux approches collaboratives et multidisciplinaires qui cadrent dans la « philosophie » du BIM et du virage numérique sachant que le potentiel de ces nouvelles approches est optimal lorsque les silos entre les différents acteurs de la filière sont amoindris;
- Compréhension de l'importance de concevoir le bâtiment dans une perspective globale qui embrasse l'ensemble de son cycle de vie, ce qui implique aussi l'utilisation judicieuse des différentes sources d'information. Cette notion de cycle de vie de l'information doit faire partie du curriculum de formation;
- Considération du BIM non pas comme une discipline à part mais comme une nouvelle approche collaborative pour réaliser des projets et gérer des actifs en valorisant l'information : l'enseignement et la formation doivent donc aller au-delà des outils pour influencer et changer la culture de l'ensemble de la filière. Ainsi, d'autres approches cohérentes doivent aussi être enseignées : Lean conception, Lean construction, processus de conception intégrés, intelligences d'affaires, etc.

Actions proposées

- Exiger que le BIM et les nouvelles approches collaboratives innovantes fassent partie de la certification des programmes universitaires d'architecture et de génie dans toutes les régions du Québec. L'industrie doit appuyer l'exigence de cette certification ainsi que les associations et les ordres professionnels; 
- Arrimer les modifications aux curricula avec les références mondiales reconnues comme le curriculum canadien pour l'éducation du BIM qui est en cours de développement avec la collaboration de buildingSMART Canada et du Conseil canadien pour la MDB; 
- Au niveau collégial, effectuer le développement de programmes technique en réponse aux besoins de l'industrie et arrimer ces programmes avec ceux des universités. En ce moment, deux Cégeps ont pris l'initiative de développer un programme BIM, ce qui ne permet pas toutefois d'offrir une offre suffisante sur l'ensemble du territoire québécois.

Les programmes d'éducation et de formation BIM au Canada et au Québec

Il existe plusieurs programmes d'enseignement et de formation du BIM à différents niveaux partout dans le monde. Dans les pays où le BIM a été ou est en voie d'être exigé, plusieurs programmes existent déjà et font partie des moyens privilégiés pour accélérer le changement. C'est notamment le cas au R.-U., où l'on dénombre plusieurs programmes universitaires spécialisés en BIM. Au Canada, plusieurs institutions offrent des programmes spécialisés en BIM ou intègrent le BIM dans les programmes existants : Université de la Colombie-Britannique, les écoles techniques en Alberta, le Collège George Brown et le Collège Arthabaska en Ontario. Au Québec, il existe quelques programmes, dont le Programme BIM de l'École de technologie supérieure (ÉTS). Sur le plan de la formation, il existe le Programme d'éducation BIM (PEBIM) du Cégep Limoilou et du cégep du Vieux-Montréal. En parallèle, certaines associations sont en cours de développement de programme de formation pour leurs membres.

Le programme court en modélisation des données du bâtiment (École de Technologie supérieure)

La formation se veut complémentaire à une formation d'ingénieur ou d'architecte. Le programme se concentre sur les technologies de l'information, les techniques de modélisation du 3D au 7D, mais s'intéresse aussi aux coûts de production, à la modélisation énergétique du bâtiment, ainsi qu'à la gestion de projets en BIM. *6 cours de formation avancée en BIM et les technologies de l'information.*



Le programme d'éducation BIM (CÉGEP Limoilou et Vieux-Montréal)

Le Programme d'éducation BIM (PéBIM) est un programme de perfectionnement qui s'adresse aux professionnels de niveau technique et universitaire. Le PeBIM est la seule formation francophone accréditée par CanBIM, le Conseil canadien de la modélisation des données du bâtiment. *Le programme est composé de 4 modules représentant 32 heures de formation sur les principes et les outils BIM.*



A4.2 Appuyer le développement de programmes de formation adaptés aux différents besoins de la filière en matière de BIM

Besoins identifiés

- Développement d'une offre de formation variée et adaptée pour toucher à la quantité impressionnante de connaissances nécessaires pour soutenir le virage numérique en construction; 
- La modification de programmes et de curricula existants est un travail très exigeant qui nécessite du financement et des ressources;
- Les risques liés au développement de nouveaux programmes sont considérables, entre autres sur le plan des ressources et des investissements nécessaires pour le développement en lien avec l'incertitude quant à la demande;
- Appui marqué et nécessaire des instances gouvernementales et de l'industrie pour le développement de programmes de formation qui ciblent différents aspects du BIM et du virage numérique.

Actions proposées

- Soutenir financièrement les efforts de mise à jour et de développement de programmes d'enseignement et de formation; 
- Mettre en place des mécanismes pour développer et formaliser les connaissances requises pour appuyer le développement de ces programmes;
- Développer des programmes de formation. 

A4.3 Assurer l'accessibilité à l'enseignement et à la formation de qualité

Besoins identifiés

- La clé du virage numérique réside dans la formation des acteurs de l'industrie et dans leur compréhension des nouvelles pratiques numériques;
- Il faut s'assurer que la majorité des acteurs de l'industrie aient les capacités nécessaires pour travailler selon ces nouvelles approches;

- Un maximum de personnes doit avoir accès à un enseignement et à une formation de qualité.

« La formation complète de qualité est rare ici, on a dû aller voir du côté de l'Europe pour trouver ce qu'on cherchait. »

— Estimateur, entrepreneur général

Actions proposées

- Rendre accessible la formation. Il faut donc que les programmes d'enseignement et de formation existent dans un nombre important d'institutions à travers le Québec. Il est donc important que le MEES se penche sur le dossier et travaille avec les institutions d'enseignement afin de développer un plan d'action cohérent et global; 

« On va à l'étranger pour se former parce que les formations sont trop de base pour les leaders au Québec, par exemple pour les formations pour la numérisation 3D. Ensuite, ça prend des formations pour la gestion d'actifs immobiliers, sur le transfert d'informations, ce qu'on n'a pas encore ici. »

— Associé, firme d'architecture

- Sur le plan de la formation continue, offrir plusieurs modalités pour l'enseignement : formation en ligne (MOOC, webinaires, etc.), ateliers de travail, conférences, etc.;
- Définir des résultats d'apprentissage et développer le curriculum en conséquence;
- Mettre en place les mécanismes pour adapter constamment les formations offertes. La philosophie BIM évolue lentement alors que les outils et les technologies évoluent à toute vitesse. La formation doit également être adaptée aux nouveaux modes d'apprentissages. Pour ce faire, il est suggéré qu'un groupe de travail sur l'éducation en BIM soit formé (ou se joigne au groupe canadien existant mis sur pied par buildingSMART Canada) et qu'il soit soutenu notamment par le MEES.

« Il y a un besoin de certification, de reconnaissance et d'évaluation par rapport à l'utilisation du BIM, par rapport à l'expertise. Pour un client, c'est difficile d'évaluer la compétence BIM d'un professionnel. Est-ce uniquement quelqu'un qui connaît les logiciels? Il n'y a pas de reconnaissance professionnelle. Il ne faut plus que les spécialistes BIM soient vus uniquement comme des spécialistes de modélisation, mais bien de la construction. »

— Directeur, consultant

A4.4 Soutenir l'évaluation des compétences individuelles et des entreprises

Besoins identifiés

- Reconnaissance harmonisée du curriculum de compétences d'un individu ou d'une entreprise pour rassurer les clients et les partenaires; 
- Élaboration de processus robustes, impartiaux et universels pour gérer la certification;
- La certification doit être basée sur des résultats d'apprentissage et des critères clairs, elle doit être ciblée, certifiant un champ de connaissances particulier, et doit être faite de façon transparente et objective.

Actions proposées

- Aligner l'évaluation et la certification des compétences individuelles ou d'entreprise au Québec sur une ou plusieurs certifications nationales ou internationales; 
- Mettre en place l'infrastructure pour soutenir le processus d'évaluation et de certification.

Les efforts de certification dans le monde

Il existe différentes certifications du BIM à travers le monde. Au R.-U., il existe trois certifications du BIM différentes. En Australie, buildingSMART Australasia offre une certification individuelle. Au niveau international, buildingSMART International lancera prochainement une certification individuelle par rôle qui sera administrée par les chapitres nationaux. Au Canada, le Conseil canadien pour la MDB offre une certification individuelle pour les organismes, et maintenant pour les programmes académiques. La certification est basée sur l'expérience rapportée et l'évaluation se fait par un comité de revue sur une base subjective.



Axe 5 Recherche et développement

Cet axe concerne la mise en place et le soutien de programmes de R et D dans la filière québécoise de la construction pour propulser le virage numérique au Québec. L'industrie de la construction investit très peu en R et D, ce qui constitue un frein à l'innovation. Il y a énormément d'occasions d'affaires qui sont ratées en raison de ce manque d'investissement, tant sur le plan de la croissance que de l'amélioration de la productivité et de la performance. En ce qui a trait à la croissance, *Big Market Research* estime que le marché mondial des logiciels BIM connaîtra une croissance annuelle de plus de 17 % jusqu'en 2020, ce qui représente un investissement de 8,6 G\$. Quant à l'amélioration de la productivité et de la performance, les entreprises doivent être encouragées à faire de la R et D afin d'accroître leur compétitivité ce qui stimule par effet d'entraînement l'innovation. Il faut encourager les partenariats entre l'académique et l'industrie pour développer des programmes de recherche qui auront une incidence réelle sur la performance de l'industrie. Tout comme dans les secteurs de l'intelligence artificielle, du jeu vidéo et de l'aéronautique, la création d'un centre dédié

au développement et à l'intégration des nouvelles technologies du virage numérique en construction est une initiative à envisager dans les meilleurs délais.

Un des aspects importants liés à la R et D dans le cadre du virage numérique est la mise en place d'un système d'étalonnage pour mesurer les bénéfices du BIM et favoriser le développement d'une culture d'amélioration continue.

Facteurs de succès

- Développement de partenariats durables, inclusifs et représentant les différentes perspectives de la filière québécoise de la construction;
- Identification des besoins de la filière et des capacités de répondre à ceux-ci;
- Partage des résultats des différentes recherches afin de tirer l'industrie vers le haut;
- Développement d'indicateurs simples avec collecte de données aisée soutenue par un système de gestion efficace;
- Intérêt d'une masse critique d'entreprises qui désirent participer activement dans la cueillette et le partage des données.

Résultats attendus

- Une accélération du virage numérique grâce aux partenariats et à l'encouragement du transfert de connaissances des activités et des résultats de la recherche;
- Un gain de la performance de la filière;
- La reconnaissance du Québec comme chef de file pour la construction numérique en Amérique du Nord;
- Le développement d'une culture d'amélioration continue au sein de la filière québécoise de la construction.

² <https://www.geospatialworld.net/news/global-bim-market-grow-17-04-cagr-2020-report/>

A5.1 Encourager et accroître les partenariats entre l'académique et l'industrie

Besoins identifiés

- Développement de partenariats ciblés entre l'industrie et le milieu académique. La réalité est que la majorité des entreprises n'ont pas les moyens d'investir en R et D. Or, ces partenariats entre l'académique et l'industrie, qui sont omniprésents dans d'autres domaines, sont reconnues comme étant bénéfiques, en favorisant le développement et transfert de connaissances et l'innovation. Ces partenariats doivent donc être encouragés et reconnus, et leurs résultats doivent être diffusés afin que le reste de la filière puisse en bénéficier; 🧑🧑🧑
- Création d'un fonds dédié à la recherche pour soutenir le virage numérique de la filière construction au Québec. 🧑🧑

Actions proposées

- Soutenir la formation de partenariats entre l'académique et l'industrie par la mise en place de mécanismes de réseautage;
- Soutenir les partenariats en allouant les ressources appropriées, tant sur le plan financier que le plan de l'accompagnement;
- Créer un fonds pour la recherche et/ou soutenir les entreprises par des subventions ou la création d'un crédit d'impôt pour la recherche reliée au virage numérique en construction.

« Il manque de contenu scientifique au niveau légal, au niveau financier. Il manque aussi de collaboration entre l'académique et l'industrie pour aider à comprendre ce qui se passe, à faire la transition. »

— Directeur général, consultant

Les programmes de recherche BIM dans le monde et au Québec

Il existe plusieurs exemples de mécanismes qui ont été mis en place par des gouvernements pour encourager la R et D au moyen de partenariats entre l'académique et l'industrie. Entre autres, le gouvernement finlandais a financé le programme PRE pour un montant de 30,9 M€, bonifié par l'industrie pour un total de 66 M€, qui avait pour objectif de développer de nouveaux écosystèmes pour le déploiement de projets en construction, de nouveaux modèles d'affaires et l'utilisation de maquettes de villes dans la planification urbaine. Le programme était géré par un OBNL, RYM Oy, originalement connu comme le Centre stratégique finlandais pour la science, la technologie et l'innovation dans l'environnement bâti. Le programme est arrivé à échéance en avril 2016, et a été largement reconnu par tous les partenaires comme étant un énorme succès.

La chaire industrielle Pomerleau et le Groupe de Recherche en Intégration et en Développement Durable en Environnement Bâti (GRIDD)

Selon le site, la Chaire industrielle Pomerleau a été créée en janvier 2012 grâce au support financier de Pomerleau Inc. et d'Hydro-Québec. Se rajouteront à la fin de l'année 2015 trois nouvelles firmes : Ædifica, Bouthillette Parizeau et Canam. Les travaux de la Chaire se conjuguent à ceux du Groupe de recherche sur l'intégration en développement durable (GRIDD), fondé et dirigé par Daniel Forgues, professeur en génie de la construction à l'ÉTS.

Les objectifs de la Chaire sont de contribuer à rattraper le retard de l'industrie québécoise de la construction dans la modernisation de ses pratiques, l'adoption de nouvelles technologies par la recherche et le développement de nouvelles pratiques basées sur des plateformes technologiques en émergence. L'objectif est de fournir les ressources, les outils et les connaissances à notre industrie afin qu'elle demeure compétitive dans un environnement en pleine transformation tout en participant activement à la réalisation d'un cadre bâti durable.

Plus d'informations : <http://gridd.etsmtl.ca/fr/chaire-industrielle-pomerleau>

A5.2 Mettre sur pied (ou consolider) un centre québécois dédié à l'intégration des nouvelles technologies en construction

« Construire une compétence forte ici permet encore mieux d'exporter notre savoir qui, d'ailleurs, s'aligne très bien avec l'image de marque du Québec innovant au niveau des technologies et de l'innovation. C'est un service clé qu'on offre mondialement dans d'autres domaines, alors pourquoi pas en construction? »

— Directeur général, consultant

Besoins identifiés

- Comme il en a été question dans l'axe 1, les efforts en matière de virage numérique au Québec doivent être coordonnés afin de s'assurer que ceux-ci ne soient pas dupliqués. Il faut ainsi concentrer les ressources ou, du moins, mettre sur pied des mécanismes pour coordonner les ressources et les investissements dédiés à la recherche.

Actions proposées

- Mettre sur pied (ou consolider) un centre québécois dédié à l'intégration des nouvelles technologies en construction, qui regroupe des membres de la filière québécoise de la construction appartenant à tous les sous-domaines; 👤👤
- Soutenir le développement du centre jusqu'à ce qu'il devienne autonome.

« On devrait regarder comment le gouvernement a fait en sorte de faire de Montréal une plateforme internationalement reconnue pour le développement du jeu vidéo et faire la même chose avec la construction numérique. »

— Directeur de l'immobilier, donneur d'ouvrage

A5.3 Développer une plateforme de partage et de centralisation des connaissances et d'outils liés au virage numérique

Besoins identifiés

- Tel qu'identifié dans les axes précédents, il existe un besoin de partager les connaissances et rendre accessible le coffre d'outils aux acteurs de la filière; 
- Valorisation sur la plateforme des innovations et des produits québécois liés au virage numérique;
- La diffusion d'informations pertinentes et valides devrait provenir de sources fiables, reconnues et neutres;
- Création d'une banque d'objets BIM génériques, de même qu'une matériauthèque avec des produits québécois. 

Actions proposées

- Mettre en place une plateforme numérique qui centralise les données sur le BIM au Québec. Cette plateforme contiendrait : 
 - Les études de cas, tel que mentionné en 2.1;
 - L'information sur les bénéfices et les défis, tel que mentionné en 2.1;
 - Les directives et les documents de soutien entre les normes et les protocoles mentionnés en 3.2;
 - Une ressource d'objets BIM et de matériaux québécois;
 - L'hébergement des comités de travail et des travaux en cours de la filière;
 - D'autres documents et initiatives pertinents au virage;
- Assurer la neutralité de la plateforme de partage neutre avec des fonctionnalités de base qui sont développées de façon évolutive;
- Effectuer une veille continue sur les nouvelles pratiques et les technologies en construction.

Trois exemples de plateformes de partage et de collaboration pour le BIM

Il existe plusieurs plateformes de partage d'information et de collaboration pour le BIM dans le monde. Les trois plateformes mentionnées ci-dessous ont le mérite d'être soit gratuites, d'être basés sur des normes ouvertes ou d'être des initiatives publiques.

La Plateforme numérique Bâtiment — PTNB

La plateforme numérique Bâtiment est une plateforme publique qui rassemble des fonctionnalités de stockage, de gestion, de partage et de vérification des données. La plateforme a pour but de faciliter la collaboration des PME et leur accès progressif au BIM.

<http://www.batiment-numerique.fr/plateforme-collaborative.htm>

La boîte à outils BIM NBS

La boîte à outils BIM NBS fournit un soutien, étape par étape, pour définir, gérer et valider la responsabilité du développement et de la livraison de l'information à chaque étape du cycle de vie des actifs. La plateforme est gratuite. Elle comporte des standards de classification, des définitions d'objet et des maquettes de données de produit. À date, la plateforme contient plus de 5 000 produits.

<https://toolkit.thenbs.com/>

La plateforme BIM-MEPAUS

L'initiative BIM-MEPAUS est une initiative nationale de l'industrie australienne qui vise à développer les meilleures pratiques en matière de réalisation de projet spécifiquement pour la mécanique, l'électricité et la plomberie du bâtiment. L'initiative, supportée par une plateforme numérique, offre :

- Une approche structurée et cohérente de la modélisation des pratiques et de la gestion des données
- Conception fiable et précise pour les flux de travail de construction et de conception à fabrication de la Commission
- La normalisation industrielle offrant une amélioration de l'intégration et de l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement

L'initiative BIM-MEPAUS a pour but de publier un ensemble de normes pour garantir que les maquettes de conception BIM soient précis, les pratiques soient appliquées de manière régulière et cohérentes et que le partage des informations suit un flux de travail prévisible qui garantit l'intégrité des deux parties : la maquette et le processus.

<https://www.bimmepaus.com.au/>

A5.4 Mettre en place un système d'étalonnage pour l'industrie pour mesurer les bénéfices du BIM et favoriser le développement d'une culture d'amélioration continue

« Aucun benchmarking à travers les projets non plus pour l'instant, ce qui est essentiel pour évaluer l'impact économique réel »

— Directeur, client public

Besoins identifiés

- Nécessité d'avoir accès à des données fiables et centralisées afin de dresser un portrait adéquat de la situation quant à la performance de la filière;
- Pertinence des actions à entreprendre afin d'établir une stratégie adéquate pour susciter l'accélération du virage numérique;
- Établissement d'un système efficace de collecte des données afin de bien comprendre la performance du virage et de valider ses bénéfices;
- Établissement de mesures de la maturité afin de pouvoir apprécier quantitativement l'évolution du virage au Québec;
- Génération d'une culture d'amélioration continue au sein de la filière québécoise de la construction pour assurer son plein potentiel.

Actions proposées

- Développer des mesures et des indicateurs de performance; 
- Développer un modèle de maturité et un outil d'évaluation des capacités;
- Développer une plateforme pour permettre l'évaluation des capacités et de la maturité de la filière;
- Mettre en place un cadre d'analyse comparative et d'évaluation de la performance;
- Mettre en place un système de rétroaction pour comparer et communiquer le niveau de performance et de maturité de la filière.

Les plateformes d'étalonnage de l'industrie de la construction

Parmi les initiatives d'étalonnage développées dans le monde, les initiatives du *Construction Industry Institute* (CII) aux États-Unis et du *Center for Construction Innovation* au R.-U. sont les deux plus importantes en terme d'étendue et de portée des mesures de performance. Les deux initiatives offrent des plateformes en ligne pour l'entrée et la diffusion des données. Les métriques utilisées sont :

CII (É.-U.)

- Croissance des coûts du projet
- Facteur des coûts du projet
- Croissance de l'échéancier du projet
- Facteur de l'échéancier du projet
- Durée de projet totale
- Facteur de changement des coûts
- Taux d'incident enregistrable
- Taux d'incident de journée de travail perdue

<https://www.construction-institute.org/resources/knowledgebase/best-practices/benchmarking-metrics>

KPI Engine (R.-U.)

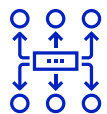
- Satisfaction client
- Défauts
- Prédicibilité des coûts
- Prédicibilité de l'échéancier
- Profitabilité
- Sécurité
- Productivité

<http://www.kpiengine.com/EngineHome/index.php>



Axe 1 Leadership et gouvernance

- **A1.1 Faire converger les pôles de gouvernance afin de coordonner les efforts visant à initier et soutenir le virage numérique au Québec :**
 - Mettre en place un organisme neutre sans but lucratif dédié à la coordination des efforts, à la mobilisation et au soutien des acteurs de la filière et à l'arrimage des initiatives québécoises en matière de virage numérique et de déploiement du BIM;
 - Développer une capacité de veille technologique;
 - Développer des forums de partage pour faciliter l'échange de connaissances;
 - Développer des partenariats avec d'autres organismes canadiens et mondiaux afin d'arrimer les initiatives et les développements;
 - Soutenir, voire renforcer les espaces de concertation comme la Table multisectorielle.
- **A1.2 Inscrire les corps publics comme donneurs d'ouvrage exemplaires en matière de construction utilisant les possibilités du numérique :**
 - Publiciser le virage numérique des projets publics afin d'envoyer un message clair que le gouvernement a pleinement entrepris le changement;
 - Investir pour revoir les façons de faire en matière d'approvisionnement au sein du gouvernement pour permettre de passer d'une culture de confrontation à une culture de collaboration;
 - Fixer des exigences réalistes, quantifiables et claires pour les projets gouvernementaux, qui serviront d'étalonnage pour le reste de l'industrie;
- Éliminer les barrières à l'innovation au sein des marchés publics, dont :
 - › La fragmentation de l'expertise par l'appel à des contrats multiples;
 - › La recherche absolue du plus bas soumissionnaire conforme;
 - › La segmentation des budgets d'investissement et de fonctionnement qui nuit à la recherche de la meilleure solution dans une perspective de développement durable (notion de cycle de vie d'un actif immobilier);
- Repenser le processus de développement de projet et d'attribution de contrat pour soutenir et diffuser les meilleures pratiques en matière de déploiement de projets;
- Créer une nouvelle norme d'excellence pour les projets publics de construction visant l'utilisation des nouvelles technologies et des modes collaboratifs.
- **A1.3 Accroître la demande en matière de BIM par les donneurs d'ouvrages :**
 - Développer de nouvelles exigences BIM et les inscrire dans les documents contractuels des différentes entités gouvernementales et des autres instances publiques (incluant hôpitaux, universités, commissions scolaires, etc.) : créer un comité de travail pour soutenir le développement d'exigences du BIM et les arrimer parmi les donneurs d'ouvrage;
 - S'entendre sur une définition claire des besoins et développer un langage cohérent entre les différents donneurs d'ouvrage;
- Accompagner les donneurs d'ouvrage quant à la gestion du changement dans les pratiques d'opération et de gestion d'actifs immobiliers soutenus par le BIM;
- Développer les compétences des opérateurs pour utiliser et maintenir des pratiques numériques de gestion d'actifs.
- **A1.4 Développer et soutenir une stratégie québécoise de transition vers le numérique pour l'industrie de la construction mettant de l'avant des cibles claires et des mesures suffisantes et concrètes :**
 - Établir des cibles ambitieuses, mais réalistes;
 - Déployer des moyens concrets pour mettre en place et soutenir la stratégie;
 - Identifier des indicateurs de performance pertinents pour mesurer la progression du déploiement de la stratégie.



Axe 2 Engagement et accompagnement

→ A2.1 Créer un mouvement vers le BIM afin de briser l'inertie :

- Mettre en place un réseau de soutien structurant qui permettra d'aborder non seulement les volets technologiques, mais bien l'ensemble des volets : culturels, organisationnels, juridiques, financiers, individuels (compétence et formation), etc.;
- Développer une plateforme informatisée qui centralise et organise les informations par rapport au BIM au Québec car il s'agit d'un irritant majeur pour ceux qui désirent en apprendre plus sur le BIM, notamment en langue française. Ce portail devra être administré par un organisme neutre, non affilié à des intérêts commerciaux;
- Démontrer la valeur et les bénéfices du BIM dans la perspective des différents acteurs de la filière construction en développant notamment des études de cas diffusées à travers le portail;
- Diffuser les meilleures pratiques et contribuer à identifier les partenaires qualifiés pour soutenir l'industrie.

→ A2.2 Mettre en place des incitatifs pour la prise du virage par les entreprises et les institutions :

- Mettre en place des crédits d'impôt à l'achat d'équipement et de logiciels et à la formation, ciblant un bassin d'entreprises éligibles, afin de rembourser les coûts selon des balises à élaborer;

- Mettre sur pied un programme d'accompagnement pour les PME par les donneurs d'ouvrage publics experts, comme la Société québécoise des infrastructures (SQI), Hydro-Québec, les municipalités, etc.;
- Développer des incitatifs significatifs pour l'innovation à même les projets, inspirés de la politique sur l'art et l'architecture, qui dédie un pourcentage du budget de projet à l'intégration d'innovations dans le projet;
- Prévoir des enveloppes budgétaires pour couvrir les frais de transition du virage numérique au sein de projets publics (ex. pertes de productivité et honoraires supplémentaires).

→ A2.3 Faire la promotion des meilleures pratiques dans la livraison et le maintien de notre environnement bâti :

- Développer des guides, des protocoles et des études de cas qui proviennent directement d'acteurs ayant vécu la transition et transmettre toutes les facettes du parcours en entreprise qu'elles soient positives ou négatives (il existe une tendance marquée à ne parler que des bienfaits du BIM sans aborder les difficultés rencontrées);
- Soutenir financièrement (ou par d'autres moyens) les organismes et les entreprises qui auraient la volonté de partager leurs expériences concrètes par le biais du portail d'information (voir 2.1);

- Favoriser le développement de matériel promotionnel par les organismes gouvernementaux;
- Établir des communautés de pratique par thématique selon les intérêts des acteurs.

→ A2.4 Élargir le bassin de projets par secteur d'activité :

- Cibler une série de projets pilotes par secteur d'activité et mettre en place des approches structurées qui permettent de vérifier des indicateurs ciblés avec des contraintes connues et des variables contrôlées (le mieux que possible);
- À l'instar de la France, cibler le logement social comme vecteur d'accélération du virage numérique en introduisant des exigences et des incitatifs à utiliser des nouvelles approches au déploiement de projets, dont le BIM;
- Accompagner les entreprises dans le développement de projets pilotes en fournissant des ressources sur le plan de la planification et de la mise en oeuvre du projet, ce qui inclut la création de guides sur le déroulement d'un projet pilote;
- Financer partiellement les projets pilotes en ciblant, par exemple, les coûts attribuables à la R et D, ou au moyen de crédits d'impôt pour le développement de l'entreprise.



Axe 3 Collaboration et exécution

→ A3.1 Mettre en place un cadre politique, légal et financier favorable au déploiement du BIM :

- Déployer des dispositifs harmonisés qui permettent de traiter les enjeux légaux. L'annexe relative aux contrats de modélisation des données du bâtiment (MDB) de l'IBC est un bon exemple d'un dispositif efficace pour gérer ce type d'enjeux;
- Réviser les dispositions encadrant la rémunération des services professionnels (décrets) afin de les adapter aux nouvelles réalités de déploiement de projets dans le contexte du BIM pour les projets publics du gouvernement du Québec. Dans le contexte de projets privés ou d'autres types de projets publics qui ne sont pas assujettis au décret, une meilleure définition des services fournis et des biens livrables au moyen, entre autres, d'une annexe BIM au contrat.

→ A3.2 Développer des standards afin de normaliser le travail là où il gagne à être normalisé :

- Développer un cadre de gestion BIM arrimé sur les normes nationales et internationales, dont celles développées par buildingSMART International (voir ci-dessous) et d'autres normes internationales reconnues (dont Omniclass. Par exemple, elle peut être alignée sur la norme d'échange d'information COBie ou être légèrement modifiée);

- développer ces normes de façon concertée en collaboration avec toutes les parties prenantes de la filière;
- Mandater un organisme neutre afin de mener cet effort afin de prendre en considération les différentes perspectives;
- Soutenir l'adaptation de ces normes selon les besoins des donneurs d'ouvrage en ce qui a trait aux besoins spécifiques en information quant aux conventions particulières à celle-ci.

→ A3.3 Cadrer les rôles et responsabilités des acteurs de projet et les adapter aux nouvelles pratiques numériques :

- Former un comité multidisciplinaire qui se penche sur la clarification des rôles et des responsabilités, s'inspirant des normes et des libellés existants et de ceux qui seront produits;
- Développer des mécanismes pour identifier ces nouveaux rôles et cerner la portée des responsabilités (cadre légal);
- Développer la formation et l'enseignement des acteurs sur les bases de ces nouveaux rôles et responsabilités (voir axe 4).

→ A3.4 Définir de nouvelles approches collaboratives à la livraison de projet et à son cycle de vie :

- Explorer de nouvelles approches qui ont fait leurs preuves ailleurs dans le monde, notamment la réalisation de projet intégrée (RPI) et l'implantation d'approches Lean au déploiement de projets, avec le BIM comme outil de soutien, le tout au moyen de projets pilotes;
- Modifier le cadre législatif de développement de projet et d'octroi de contrat pour permettre ces nouvelles approches;
- Élargir la portée des cursus de formation pour inclure ces nouvelles approches.



Axe 4

Formation et enseignement

→ A4.1 Orienter les curricula et les méthodes d'enseignement et de formation vers les pratiques émergentes :

- Exiger que le BIM et les nouvelles approches collaboratives innovantes fassent partie de la certification des programmes universitaires d'architecture et de génie dans toutes les régions du Québec. L'industrie doit appuyer l'exigence de cette certification ainsi que les associations et les ordres professionnels.
- Arrimer les modifications aux curricula avec les références mondiales reconnues comme le curriculum canadien pour l'éducation du BIM qui est en cours de développement avec la collaboration de buildingSMART Canada et du Conseil canadien pour la MDB;
- Au niveau collégial, effectuer le développement de programmes techniques en réponse aux besoins de l'industrie. En ce moment, deux Cégeps ont pris l'initiative de développer un programme BIM, ce qui ne permet toutefois pas d'offrir une offre suffisante sur l'ensemble du territoire québécois.

→ A4.2 Appuyer le développement de programmes de formation adaptés aux différents besoins de la filière en matière de BIM :

- Soutenir financièrement les efforts de mise à jour et de développement de programmes d'enseignement et de formation;

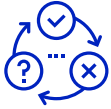
- Mettre en place des mécanismes pour développer et formaliser les connaissances requises pour appuyer le développement de ces programmes.

→ A4.3 Assurer l'accessibilité à l'enseignement et à la formation de qualité :

- Rendre accessible la formation. Il faut donc que les programmes d'enseignement et de formation existent dans un nombre important d'institutions à travers le Québec. Il est donc important que le MEES se penche sur le dossier et travaille avec les institutions d'enseignement afin de développer un plan d'action cohérent et global;
- Sur le plan de la formation continue, offrir plusieurs modalités pour l'enseignement : formation en ligne (MOOC, webinaires, etc.), ateliers de travail, conférences, etc.;
- Définir des résultats d'apprentissage et développer le curriculum en conséquence;
- Mettre en place les mécanismes pour adapter constamment les formations offertes. La philosophie BIM évolue lentement alors que les outils et les technologies évoluent à toute vitesse. La formation doit également être adaptée aux nouveaux modes d'apprentissages. Pour ce faire, il est suggéré qu'un groupe de travail sur l'éducation en BIM soit formé (ou se joigne au groupe canadien existant mis sur pied par buildingSMART Canada) et qu'il soit soutenu notamment par le MEES.

→ A4.4 Soutenir l'évaluation des compétences individuelles :

- Aligner l'évaluation et la certification des compétences individuelles ou d'entreprise au Québec sur une ou plusieurs certifications nationales ou internationales;
- Mettre en place l'infrastructure pour soutenir le processus d'évaluation et de certification.



Axe 5

Recherche et développement

- **A5.1 Encourager et accroître les partenariats entre l'académie et l'industrie :**
 - Soutenir la formation de partenariats entre l'académie et l'industrie par la mise en place de mécanismes de réseautage;
 - Soutenir les partenariats en allouant les ressources appropriées, tant sur le plan financier que celui de l'accompagnement;
 - Créer un fonds pour la recherche et/ou soutenir les entreprises par la création d'un crédit d'impôt pour la recherche reliée au virage numérique en construction.
- **A5.2 Mettre sur pied (ou consolider) un centre québécois dédié à l'intégration des nouvelles technologies en construction :**
 - Mettre sur pied (ou consolider) un centre québécois dédié à l'intégration des nouvelles technologies en construction, qui regroupe des membres de la filière québécoise de la construction appartenant à tous les sous-domaines;
 - Soutenir le développement de l'incubateur jusqu'à ce qu'il devienne autonome.
- **A5.3 Développer une plateforme de partage et de centralisation des connaissances et d'outils liés au virage numérique :**
 - Mettre en place une plateforme numérique qui centralise les données sur le BIM au Québec. Cette plateforme contiendrait :
 - › Les études de cas, tel que mentionné en 2.1;
 - › L'information sur les bénéfices et les défis, tel que mentionné en 2.1;
 - › Les directives et les documents de soutien entre les normes et les protocoles mentionnés en 3.2;
 - › Une ressource d'objets BIM et de matériaux québécois;
 - › L'hébergement des comités de travail et des travaux en cours de la filière;
 - › D'autres documents et initiatives pertinents au virage;
- **A5.4 Mettre en place un système d'étalonnage pour l'industrie pour mesurer les bénéfices du BIM et favoriser le développement d'une culture d'amélioration continue :**
 - Assurer la neutralité de la plateforme de partage neutre avec des fonctionnalités de base qui sont développées de façon évolutive;
 - Effectuer une veille continue sur les nouvelles pratiques et les technologies en construction.
 - Développer des mesures et des indicateurs de performance;
 - Développer un modèle de maturité et un outil d'évaluation des capacités;
 - Développer une plateforme pour permettre l'évaluation des capacités et de la maturité de la filière;
 - Mettre en place un cadre d'analyse comparative et d'évaluation de la performance;
 - Mettre en place un système de rétroaction pour comparer et communiquer le niveau de performance et de maturité de la filière.

4

CONCLUSION

CONCLUSION

La filière québécoise de la construction vit présentement une transformation radicale qui, si bien structurée et soutenue, a le potentiel d'améliorer sa performance, d'accroître sa productivité et d'assurer sa pérennité afin de stimuler sa compétitivité. Au cœur de cette transformation se retrouve le virage numérique, incarné par le passage au BIM, qui représente une rupture avec les approches traditionnelles à la livraison et au maintien de notre environnement bâti. L'étude présentée dans ce rapport a dénombré de nombreux avantages et barrières de même que plusieurs besoins et actions à entreprendre afin d'assurer la réussite du virage numérique en construction, le 4e secteur économique en importance au Québec.

Des pistes d'action ont été proposées dans le rapport pour orienter et structurer la transformation de la filière dans le contexte d'un virage au numérique. Si implantées, les 20 initiatives et la soixantaine d'actions proposées devraient permettre à la filière québécoise de la construction de saisir les occasions du numérique et de répondre à ses nouvelles exigences, qui demandent à la fois une saine appropriation des nouvelles pratiques, une agilité et une capacité d'anticipation de la part des

acteurs qui composent la filière construction. Les pistes d'actions proposées se résument comme suit :

- 1. Adopter une gouvernance harmonisée du virage numérique permettant de regrouper les acteurs du milieu afin de guider le virage culturel et organisationnel essentiel à l'adoption des nouvelles pratiques du numérique en construction;
- 2. Élaborer une feuille de route québécoise pour mesurer la progression de la filière, qui soit cohérente avec les initiatives nationales et internationales et balisée par des indicateurs de gestion pertinents;
- 3. Former un réseau de soutien performant pour diffuser l'information, entretenir des lieux d'échange et de communication, publier des cadres de référence et des outils harmonisés et diriger les partenaires vers le soutien financier et professionnel qui correspond à leurs besoins
- 4. Instaurer un réseau académique favorisant la recherche, l'innovation et la diffusion des connaissances;
- 5. Accroître et soutenir la demande pour l'innovation et le BIM dans le contexte de projets publics.

La collaboration entre la filière québécoise de la construction et le gouvernement est au cœur des initiatives et des actions proposées dans ce rapport. L'établissement des grandes orientations guidant la transformation de la filière et l'orchestration de celles-ci par les donneurs d'ouvrages, notamment les donneurs d'ouvrage publics, au moyen d'actes concrets dont la modification des cadres réglementaires, contractuels et financiers trône parmi les pistes d'action recommandées dans ce rapport. En effet, seul un avancement et un travail concerté peuvent garantir une transition sensible et adaptée à la réalité de toutes les parties prenantes de la construction.

Les prochaines étapes sont cruciales au maintien du momentum actuel. Dans cette mesure, les chantiers de réflexion qui ont eu lieu en novembre et décembre 2017 ont permis de consolider la convergence des intervenants de l'industrie. Suite à ces chantiers, plusieurs actions ont été identifiées cadrant avec les actions proposées dans le rapport et devraient être mises en œuvre afin de cristalliser les efforts entrepris.

Plusieurs actions présentées ici et retenues lors des chantiers de réflexion dépendent d'une mise en mouvement de l'industrie. Ce mouvement doit être porté conjointement, dans un partenariat solide et durable, par l'industrie et le gouvernement. Réunis au sein d'un organisme sans but lucratif regroupant à la fois les intervenants de l'industrie et du gouvernement, ce groupe contribuera à la concertation permettant de mener à bien la majorité des actions proposées dans ce rapport et ciblées lors de chantiers de réflexion. Basé sur les démarches entreprises par les diverses juridictions où le BIM a été déployé, le constat est clair à l'effet que la concertation est primordiale dans l'accomplissement de toutes les actions proposées : que ce soit pour la publicisation du virage numérique, le développement des formations, la définition des besoins et d'un langage commun, la définition d'une stratégie numérique pour la construction, le développement de guides et protocoles, l'identification et le suivi de projets pilotes, la proposition de modifications aux cadres financiers et légaux, le développement d'un standard BIM national, la clarification des rôles et responsabilités, etc. Toutes ces actions nécessitent

un travail concerté entre les partenaires de la construction et guidé par un organisme neutre où tous les partenaires de l'industrie de la construction sont réunis.

Ainsi, en guise de première étape, il est recommandé que cet organisme neutre sans but lucratif, dédié à la coordination des efforts, à la mobilisation des acteurs de la filière et à l'arrimage des initiatives québécoises en matière de virage numérique et de déploiement du BIM, soit mis en place. Cette organisation devrait idéalement être supportée à parts égales entre l'industrie et le public afin d'assurer une coopération et une implication de tous les partenaires. En parallèle, il est recommandé qu'une attention particulière soit portée aux donneurs d'ouvrage publics afin de les mobiliser et les accompagner dans l'établissement des environnements collaboratifs qui soutiennent ce virage numérique en construction, lequel rappelons-le, consiste en une transformation et une refonte complète des pratiques de livraison et de maintien de notre environnement bâti et une rupture avec les façons de faire traditionnelles.

5

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

ALLEN CONSULTING GROUP. (2010). Productivity in the buildings network: assessing the impacts of Building Information Models, report to the Built Environment Innovation and Industry Council. Sydney

ARAYICI, Y., COATES, P., KOSKELA, L., KAGIOGLOU, M., USHER, C., & O'REILLY, K. (2011). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, 20(2), 189-195.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.016>

AZHAR, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252.
[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

BERNSTEIN, P. G., & PITTMAN, J. H. (2004). Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in the Building Industry. Autodesk Building Solutions.

BIM TASK GROUP 2011. Management for value, cost & carbon improvement: A report for the Government Construction Client Group. BIM Industry Working Group.

BIS 2011. Strategy Paper for the Government Construction Client Group. From the BIM Industry Working Group. BIM Task Group.
<http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>

BUILD_SMART_MAGAZINE 2011. The BIM issue. Build Smart. A construction Productivity magazine.

BUILDING CONSTRUCTION AUTHORITY 2013. BCA Annual report 2012/2013.

BUILDING CONSTRUCTION AUTHORITY. 2014. Available: <http://www.bca.gov.sg/bim/bimlinks.html> [Accessed 09-12 2014].

BUILDINGSMART CANADA. 2014. Available: <http://www.buildingsmartcanada.ca> [Accessed 09-12 2014].

BUILDINGSMART UK AND CITE 2009. BuildingSMART news.

CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE 2003. Avis Bâtir Et Innover. Tendances Et Défis Dans Le Secteur Du Bâtiment Gouvernement du Québec.

CONSTRUCTION INDUSTRY REVIEW COMMITTEE (CIRC) 2001. Construct for Excellence. Report of the Construction Industry Review Committee. Construction Industry Review Committee (CIRC).

CONSTRUCTION 21 STEERING COMMITTEE. Reinventing Construction. Ministry of Manpower and Ministry of National Development, Singapore, 1999.

CONSTRUCTING EXCELLENCE. Trial project: Cookham Wood. HM Ministry, 2014. Accès ici: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325950/Cookham_Wood_case_study_CE_format_130614.pdf

CONSTRUCTING EXCELLENCE. Trial project: New Prison North Wales. HM Ministry, 2015. http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2015/12/Trial-Projects-North-Wales-Prison-Case-Study_Final.pdf

CORPORATION DES ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX DU QUÉBEC (CEGQ) 2014. Livre blanc sur l'octroi et la gestion des contrats publics au Québec

CROTTY, R. 2012. CURT 2004. Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. & LISTON, K. 2011. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, Wiley.com.

EGAN, J. 1998a. Rethinking construction. DETR, London.

EGAN, J. 1998b. Rethinking Construction. In: DETR (ed.). London.

EGAN, J. 2002. Accelerating change: a report by the strategic forum for construction. Construction Industry Council, London.

ENGINEERS AUSTRALIA 2005. Getting it right the first time. A plan to reverse declining standards in project design documentation within the building and construction industry. Brisbane, Australia: Queensland Division Task Force.

EU BIM TASK FORCE, 2016, Handbook for the Introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector - Strategic action for construction sector performance: driving value, innovation and growth, <http://www.eubim.eu/>

FORGUES ET AL. 2015, Analyse du contexte sur le déploiement du BIM et les pratiques intégrées dans les projets gouvernementaux. GRIDD.

FIATECH 2007. aecXML In: FIATECH (ed.).

FISHER, M. & KAM, C. 2002, PMD4 Final report, CIFE technical report #143, Stanford University,. https://web.stanford.edu/group/4D/download/PM4D_Final_Report.pdf

GALLAHER, M. P., O'CONNOR, A. C., DETTBARN JR., J. L. & GILDAY, L. T. 2004. Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. NIST Publication GCR 04-867.

GAO, J. & FISCHER, M. 2008. Framework and Case Studies Comparing Implementations and Impacts of 3D/4D Modeling Across Projects. CIFE Technical Report #TR172. Stanford University CA.

GIEL, B. & ISSA, R. 2011. Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction. Journal of Computing in Civil Engineering, 0, 115.

GLOBAL CONSTRUCTION PERSPECTIVES LIMITED AND OXFORD ECONOMICS LIMITED 2013. Global Construction 2025. A global forecast for the construction industry 2025. UK: Global Construction Perspectives and Oxford Economics.

GOVERNMENT SERVICES ADMINISTRATION.2007, GSA BIM Guide overview. Genaral Service Administration. Accès ici: https://www.gsa.gov/cdnstatic/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.pdf

HAAGENRUD, S. E. STAND-INN project. 2007, IFC based open standards & sustainability standards for sustainable construction. Role of government in standards and innovation Europe INNOVA Workshop, Standards and Innovation, 29 March 2007.

HAAGENRUD, S. E. 2007. STAND-INN project. IFC based open standards & sustainability standards for sustainable construction. Role of government in standards and innovation. Madeira: Présentation dans Europe INNOVA Workshop. Standards and Innovation.

HORE, MCAULEY AND WEST, 2017, Building Information Modelling in Ireland 2017, CitA – BIM Innovation Capability Programme, <http://www.bicp.ie/irish-bim-study/>

KASSEM, M., SUCCAR, B., 2017 Macro BIM adoption: Comparative market analysis, In Automation in Construction, Volume 81, Pages 286-299, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.04.005>.

KHOSROWSHAHI F., ARAYICI Y., 2012 "Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 19 Issue: 6, pp.610-635, <https://doi.org/10.1108/09699981211277531>

NATSPEC. 2013. BIM Education-Global-Summary Report. Sydney, Australia.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES 2007. United States. National Building Information Modeling Standard. Transforming The Building Supply Chain Through Open And Interoperable Informaton Exchanges. USA: National Institute of Building Sciences, buildingSMART alliance.

RYM OY. 2014. BIM is revolutionizing construction practices with Finland leading the way [Online]. Available: <http://rym.fi/bim-is-revolutionizing-construction-practices-with-finland-leading-the-way/>

MINISTÈRE DU LOGEMENT, DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES ET DE LA RURALITÉ, 2015, Plan de transition numérique dans le bâtiment: Mission Numérique Bâtiment, <http://www.batiment-numerique.fr/>

SMITH, D. K., & TARDIF, M. 2009. Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. John Wiley & Sons. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470432846>.

SUCCAR, B. 2015. Understanding Model Uses. bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understanding-model-uses.html

THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARERCH PROGRAM 2010. Building Information Modeling Execution Planning Guide. A buildingSMART alliance Project. The Pennsylvania State University: Computer Integrated Construction Research Group.

U.S. GENERAL SERVICES AGENCY. 2014. 3D-4D Building Information Modeling [Online]. Available: <http://www.gsa.gov/bim>.

WONG, A. K. D., WONG, F. K. W. & NADEEM, A. 2010. Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries. Architectural Engineering and Design Management, 6, 288-302.

6

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 – Résumé des rapports au Québec

Conseil de la science et de la technologie (maintenant partie intégrante du MESI), l'avis « bâtir et innover » (2003) :

- À l'instar des constats internationaux, l'avis Bâtir et innover démontre que la productivité progresse plus lentement dans le secteur de la construction que dans tout autre secteur de l'économie, que les dépassements de coûts et d'échéanciers sont fréquents et que la qualité et la sécurité des ouvrages ne sont pas au rendez-vous.
- Cette faible progression tient, entre autres, à la faible capacité d'innover du secteur. Étant très fragmentée et dominée par les petites firmes, l'industrie consacre peu de ressources à la R et D et à l'innovation en général. Dans la plupart des industries, il y a une forte corrélation entre la taille des entreprises et les ressources consacrées à l'innovation. Alors qu'une consolidation de l'industrie aurait pu permettre une augmentation des investissements en R et D, la fragmentation de l'industrie est toujours d'actualité. L'enquête de l'AAPPQ de 2017 révèle que 60 % des établissements du Québec en architecture sont des entreprises individuelles. De façon similaire, 83 % des entrepreneurs en construction embauchent six employés ou moins (CCQ, 2016). La fragmentation représente donc toujours une barrière importante pour l'innovation au sein de l'industrie, et ce, près de 15 ans après les premiers constats. Pourtant, les auteurs du rapport insistent sur le potentiel immense à réaliser et plaident en faveur d'une intensification des efforts d'innovation.
- Les contrats émanant des gouvernements municipaux, provincial et fédéral représentent près du tiers des travaux effectués au Québec. Le palier provincial est le plus important client de l'industrie et peut donc agir comme levier pour susciter l'innovation. Les auteurs du rapport proposent donc que le gouvernement québécois prenne les devants pour stimuler l'innovation dans l'industrie.
- Les pistes de solution suivantes sont proposées :
 - La mise en œuvre de nouvelles pratiques organisationnelles reposant sur une plus grande coopération entre les parties prenantes;
 - Un meilleur contrôle du processus par la création et l'utilisation d'indicateurs pour évaluer la performance des projets;
 - Une participation active et précoce d'un client public exige d'être compétent, une qualité essentielle à la stimulation de l'innovation;
 - Une plus grande intégration (industrialisation) des processus grâce aux TI;
 - La création d'un centre de recherche, de démonstration et de transfert en innovation sur le bâtiment conjoint entre l'industrie et le gouvernement afin de financer et de diffuser les résultats de recherches conjointes entre l'industrie, les chercheurs et les organismes publics et parapublics;
 - La mise sur pied de projets d'expérimentation et de démonstration, notamment dans le logement social, suivi par des indicateurs comme au R.-U. (Mouvement pour l'innovation) et aux É.-U. (CII).
- Les trois recommandations formelles suivantes :
 - Créer un centre de recherche, de démonstration et de transfert en innovation sur le bâtiment;
 - Modifier les politiques d'achat public de façon à favoriser l'innovation;
 - Intensifier la recherche universitaire ainsi que la formation d'étudiants dans le secteur du bâtiment.

CEFRIO, améliorer l'efficacité et la productivité du secteur de la construction grâce aux technologies de l'information (2011)

- Le rapport du CEFRIO se positionne par rapport à la perte de capacité de l'industrie de la construction à offrir de la valeur et à conserver sa compétitivité. Les conclusions de la recherche ont démontré que les outils liés à la MDB sont considérés comme la technologie la plus prometteuse pour l'amélioration de la productivité dans la construction. Par contre, la maximisation des bénéfices de cette technologie soulève de nombreuses questions de natures organisationnelle, procédurale et technique. Les technologies de MDB doivent donc être combinées avec de nouveaux processus (aussi mis de l'avant dans l'avis *Bâtir et innover*) qui changent le contexte et les conditions dans lesquelles les projets de construction sont planifiés, conçus et construits.
- Pour favoriser l'adoption de la MDB, plusieurs facteurs clés sont présentés, dont les suivants :
 - (Leadership client) Le rapport insiste sur le rôle important du client dans l'adoption de la MDB pour la construction et la gestion des bâtiments. Il mentionne que certains clients ne sont pas encore conscients de la valeur de la MDB, ou font face à des problèmes à court terme comme des questions budgétaires ou une bureaucratie rigide (dans le secteur public). Le rapport fait état des initiatives gouvernementales aux É.-U. ayant accéléré l'adoption de la MDB;
 - (Rendement sur le capital investi (RCI)) Le rapport souligne l'important de la documentation des coûts et des bénéfices de la MDB. Les clients ne semblent pas avoir d'idées claires des coûts et des bénéfices de la MDB, et les entreprises n'ont pas d'approche systémique pour évaluer les bénéfices de l'investissement dans la MDB, outre les évaluations traditionnelles de coûts et d'exigences de temps. Ce facteur fait aussi écho à l'avis *Bâtir et innover (benchmarking)*. Le rapport souligne l'importance de mieux comprendre les coûts et les bénéfices de l'adoption de la MDB pour un projet, de façon à ce que les clients puissent prendre des décisions plus éclairées, et que les consultants et les entrepreneurs puissent optimiser leurs investissements dans la technologie.
- (Collaboration) Le rapport fait état d'une littérature imposante sur l'importance des processus collaboratifs intégrés afin d'obtenir les pleins bénéfices de la MDB. Par contre, ce degré de collaboration exige des changements profonds dans la façon dont les projets sont organisés et exécutés, changements initialement aussi proposés dans l'avis de *Bâtir et innover*. Le rapport donne l'exemple des entreprises américaines utilisant un processus intégré d'exécution des projets qui permet un partage des risques et des bénéfices.
- (Processus) « *La MDB est un processus, pas un outil : les entreprises qui ont réussi la mise en œuvre de la MDB ont changé leur façon de travailler et mis en place de nouvelles méthodes, afin d'établir un processus de développement basé sur la MDB. Ils ont aussi considéré le niveau de maturité de toutes les parties impliquées. Il y a maintenant des gabarits disponibles pour aider les entreprises et les équipes de projet à mettre en place ces procédures, mais un effort important est encore requis* ».

- (Usages restreints) « *L'intégration et l'analyse de la MDB : Nous avons identifié plusieurs utilisations de la MDB dans des projets en cours, incluant le relevé des quantités, la modélisation 4D, la coordination et la communication. Par contre, la MDB a beaucoup plus de potentiel, comme l'indiquent les études de McGraw-Hill, par exemple l'estimation des coûts (MDB 5D), l'analyse énergétique, etc. Des études de cas explorant ces utilisations de la MDB pourraient faciliter l'adoption.* »

CPP-HEC : La performance économique de l'industrie de la construction au Québec (2012)

- « *Une industrie peut tout d'abord contribuer à la croissance de la productivité en augmentant elle-même son niveau de productivité. Il s'agit ici d'un effet de productivité pure.* »
- De 2000 à 2010, l'industrie de la construction a enregistré une augmentation de la productivité pure de 0,49 %, soit la plus faible augmentation en excluant le secteur des services publics.
- Malgré cette décevante augmentation de sa performance, l'industrie québécoise de la construction est néanmoins parvenue à contribuer de façon importante (environ 34 % de la croissance de la productivité du travail au Québec entre 2000 et 2010) à la croissance globale de la productivité du travail au Québec grâce à l'augmentation de sa taille relative dans l'économie.

KPMG-SECOR : Revue de la gestion contractuelle des dépenses supplémentaires (2013)

- Le rapport KPMG-SECOR s'attarde aux avenants et aux dépassements de coûts dans les contrats publics de la Société immobilière du Québec (SIQ) et du ministère des Transports du Québec (MTQ), entre autres, et des causes de ces avenants et de ces dépassements de coûts. L'étude mentionne que les désavantages d'avoir un grand nombre d'ordres de changement (ODC), au-delà de l'aspect financier direct (plus d'ODC = plus de coûts pour le projet) résident dans les frais de gestion supplémentaires attribuables à

l'administration de ces ODC et du temps de négociation à prévoir. De plus, l'organisme public se retrouve dans une faible position de négociation, surtout s'il ne dispose pas de ressources expérimentées pour représenter ses intérêts. Par exemple, un prix d'un élément d'une construction négocié dans le cadre d'un avenant risque d'être plus élevé que s'il avait été initialement inclus dans l'appel d'offres (AO). Le problème soulevé par le rapport est que les plans et devis (P et D) sont « *trop souvent ajustés suite au lancement des appels d'offres* », ce qui se traduit par plusieurs addenda et ODC inutiles. Les auteurs du rapport recommandent, entre autres, de confirmer les besoins plus tôt dans le processus de planification et de hausser les exigences en termes de qualité des biens livrables de planification et de conception. Le BIM se positionne très avantageusement pour aborder ces problèmes.

CEFRIO : Construction 2.0 L'efficacité par le numérique (2014)

→ « Par exemple, il a été observé que 65 % des reprises de travaux effectués par les entrepreneurs sont attribuables à de l'information incomplète, inadéquate ou encore contradictoire sur le chantier, perturbant le taux de production de ce dernier [24]. Le manque de cohésion entre les divers acteurs d'un projet est directement responsable du manque d'information sur le terrain : seulement 20 % de l'information totale est acheminée vers le chantier [1]. »

CEFRIO : L'inévitable passage à la modélisation des données du bâtiment (BIM) dans l'industrie de la construction au Canada : synthèse de trois expérimentations (2014)

- Ce rapport fait état de trois projets d'expérimentation avec le BIM parmi trois intervenants différents, mais qui sont tous au sein de PME. Il présente comme résultat un guide de mise en œuvre pour les PME ainsi que les cinq grands constats suivants :
- Les PME ne bénéficient généralement pas de marges financières et de service de TI dédiés à la mise en œuvre du BIM comme les grandes entreprises. Il est donc encore plus important pour les PME d'être méthodiques et minutieuses dans l'élaboration de leur stratégie organisationnelle pour la mise en œuvre du BIM;
 - Il est essentiel que toutes les entreprises s'appropriant le BIM élaborent une stratégie de mise en œuvre de l'outil à l'aide d'une approche descendante et ascendante, pour que la direction et le personnel sur le terrain soient engagés et habilités à parts égales, et pour s'assurer que les objectifs à court et à long terme, le plan de mise en œuvre et les exigences en matière de ressources soient développés avec la pleine participation de tout le personnel nécessaire;

- Les PME étudiées ont signalé de nombreux avantages associés à l'appropriation du BIM, dont une occasion accrue d'offrir des services supplémentaires et une valeur ajoutée aux clients, une meilleure qualité de la communication et du flux d'information et de meilleures capacités de visualisation, de coordination et de validation;
- Les PME étudiées ont également signalé de nombreux défis, notamment des modes d'approvisionnement limitant l'intégration de la chaîne d'approvisionnement, la faible expérience de certains membres de l'équipe de projet et la difficulté d'évaluer les incidences de l'appropriation et de la mise en œuvre du BIM;
- Il est possible que certains aspects de la mise en œuvre du BIM soient plus simples pour les plus petites entreprises (moins de 50 employés), lesquelles peuvent être plus lestes pour effectuer les changements organisationnels requis, contrairement aux grandes entreprises ayant à gérer une structure fonctionnelle beaucoup plus rigide.

CIRANO : Analyse économique des marchés publics dans l'industrie de la construction au québec (2014)

- Ce rapport, commandé dans le cadre de la CEIC, porte spécifiquement sur la différenciation économique des méthodes d'octroi de contrats. Parmi les recommandations, le rapport propose de « *Soutenir l'innovation par les marchés publics* » en encourageant la recherche de solutions innovantes pour mieux répondre aux besoins des donneurs d'ordre public.

CEIC : Rapport final de la commission d'enquête sur l'octroi et la gestion des contrats publics dans l'industrie de la construction (2015)

- Dans la même lignée, le rapport de la CEIC souligne que le « *recours presque exclusif à la formule dite « du plus bas soumissionnaire conforme » dans les contrats de construction incite les entreprises à réduire autant que possible leurs coûts, le plus souvent au détriment de la qualité et de l'innovation* ». Le rapport souligne que le recours à des critères de qualité pourrait, tout en permettant de réduire la possibilité d'ententes collusoires, permettre aux donneurs d'ouvrage publics d'atteindre un meilleur rapport qualité-prix.

CPQ : Étude sur l'écosystème d'affaires de la construction au québec (2016)

- Axe 1 : développer une culture collaborative et un cadre réglementaire favorisant cette collaboration :
 - Regrouper les acteurs de l'écosystème de la construction afin d'assurer le développement intégré et d'améliorer les synergies;
 - Alléger la réglementation entourant l'écosystème de la construction et l'adapter aux nouvelles réalités de celui-ci;
 - Examiner l'efficacité des règles régissant la juridiction de métiers pour en encourager la polyvalence.
- Axe 2 : soutenir l'innovation, le transfert technologique et le développement des compétences et des pratiques :
 - Encourager l'investissement privé en capital, en main-d'œuvre et en innovation pour augmenter la productivité;
 - Soutenir le virage vert dans les produits et les procédés liés à la construction.

- Axe 3 : entretenir une synergie des acteurs impliqués dans la formation de la main-d'œuvre actuelle et future :
 - Briser les silos entre professionnels le plus tôt possible, dès la formation scolaire;
 - Resserrer les liens et la coordination entre les différents métiers de l'écosystème.
- Axe 4 : favoriser l'exportation des technologies et des savoir-faire :
 - Accompagner les champions locaux à l'international afin d'accélérer la croissance internationale de l'écosystème;
 - Appuyer les efforts intégrant des produits et des processus manufacturiers dans les projets de construction.
- Axe 5 : renforcer le rôle de levier des marchés publics comme intégrateurs :
 - Assurer l'exemplarité des donneurs d'ouvrage pour encourager l'innovation;
 - Assurer la prévisibilité des investissements publics;
 - Optimiser les critères d'octroi des contrats publics et les modes de réalisation des projets.

AFG : Contribution économique de l'industrie québécoise du génie-conseil (2016)

- Rapport portant sur l'évaluation de la contribution économique du génie-conseil à l'économie québécoise.
- Trois questions sur le BIM ont été posées, et l'un des aspects faisant surface est que les petites entreprises accordent une moins grande importance au BIM que les grandes entreprises, ce qui consolide les constats faits par rapport aux PME.
- L'étude indique aussi que 67 % des établissements québécois d'ingénierie sont des PME comptant en moyenne 2,6 employés.

AAPPQ : Impact économique et profil statistique des établissements privés d'architecture au québec (2017)

- Rapport portant sur l'évaluation de la contribution économique de l'architecture à l'économie québécoise, entre autres, à l'aide d'un sondage dans lequel plusieurs questions portant sur le BIM ont été posées. Les obstacles suivants ont été relevés :
 - Deux tiers des répondants soutiennent que la structure d'honoraires (basée sur le décret) n'est pas adaptée à l'introduction du BIM;
 - Dans la même proportion, les architectes considèrent qu'il y a un manque d'engagement de la part des donneurs d'ouvrage pour la diffusion du BIM au sein de l'industrie;
 - 80 % des répondants considèrent les qualifications et le niveau de maîtrise des systèmes BIM comme étant un obstacle majeur ou considérable. En lien direct avec ce constat, le manque de personnel qualifié génère un obstacle considérable pour deux répondants sur trois;
 - En termes de pratiques d'affaires, l'enjeu qui ressort est l'absence de normes partagées.

- L'étude indique aussi que 60 % des établissements québécois d'architecture sont des entreprises individuelles.

Le contexte québécois – les constats récurrents

- Importance du (leadership), notamment par l'implication des clients publics dans la transition;
- Identification de critères d'étalonnage communs à l'industrie;
- Nécessité de développer une culture collaborative passant, entre autres, par un changement du mode d'octroi de contrat au plus bas prix, qui entrave la collaboration et l'innovation;
- Nécessité de la création d'un centre d'expertise en partenariat entre l'industrie et le gouvernement;
- Nécessité de soutenir les PME dans la transition.
- Adaptation du cadre légal et réglementaire pour favoriser l'innovation.



BIMQUEBEC.COM