



## AMELIORER L'EFFICACITE ET LA PRODUCTIVITE DU SECTEUR DE LA CONSTRUCTION GRACE AUX TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

SEPTEMBRE 2011



Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC  
NRC Industrial Research Assistance Program

**cefrío**  
Innover par les TIC

Le CEFRIO est le centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations, à l'aide des technologies de l'information et de la communication (TIC). Il regroupe plus de 150 membres universitaires, industriels et gouvernementaux ainsi que 60 chercheurs associés et invités. Sa mission : contribuer à faire du Québec une société numérique, grâce à l'usage des technologies comme levier de l'innovation sociale et organisationnelle. Le CEFRIO, en tant que centre de liaison et de transfert réalise, en partenariat, des projets de recherche-expérimentation, d'enquêtes et de veille stratégique sur l'appropriation des TIC à l'échelle québécoise et canadienne. Ces projets touchent l'ensemble des secteurs de l'économie, tant privé que public. Les activités du CEFRIO sont financées à près de 64 % par ses propres projets et à 36 % par le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, son principal partenaire financier.

Développement  
économique, Innovation  
et Exportation



Principal partenaire financier du CEFRIO

## COLLABORATION

### ÉQUIPE CEFRIO

Josée Beaudoin  
Vice-présidente Innovation et Transfert  
Montréal

Youni Shabah  
Directrice de projet

### Chercheurs :

Daniel Forgues  
École de technologie supérieure  
Montréal

Sheryl Staub-French  
Université de Colombie-Britannique

Partenaire financier principal du projet :  
Programme d'aide à la recherche industrielle du  
Conseil national de recherches du Canada  
(PARI-CNRC)

Avec la collaboration du :  
Centre d'études et de recherches pour l'avancement  
de la construction au Québec (CÉRACQ)

**Pour tout renseignement concernant le projet, veuillez communiquer avec le CEFRIO aux coordonnées ci-dessous :**

#### À Québec

888, rue Saint-Jean  
Bureau 575  
Québec (Québec) G1R 5H6  
Canada  
Téléphone : 418 523-3746  
Télécopieur : 418 523-2329

#### À Montréal

550, rue Sherbrooke Ouest  
Bureau 471, tour Ouest  
Montréal (Québec) H3A 1B9  
Canada  
Téléphone : 514 840-1245  
Télécopieur : 514 840-1275

Dépôt légal : troisième trimestre 2011  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada  
ISBN 978-2-923852-27-0

© CEFRIO, 2011. Tous droits réservés.

L'information contenue dans les présentes ne peut être utilisée ou reproduite par une tierce partie à moins d'une autorisation écrite du CEFRIO.

## Table des matières

<b>Sommaire .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>9</b>
1.1 Phase 1 : Objectifs et conclusions .....	9
1.2 Phase 2 : objectifs et démarche .....	9
<b>2 Méthodologie .....</b>	<b>11</b>
2.1 Stratégie de recherche .....	11
2.2 Méthodes d'évaluation .....	13
2.3 Échantillon des participants aux entrevues .....	14
<b>3 Analyse de l'adoption des TI parmi les adopteurs précoces canadiens .....</b>	<b>17</b>
<b>4 Vue d'ensemble de l'adoption de la MDB en Amérique du Nord .....</b>	<b>25</b>
4.1 Comparaison avec l'industrie de la construction américaine .....	26
4.2 Discussion .....	50
<b>5 Analyse de l'adoption de la MDB chez les adopteurs précoces canadiens .....</b>	<b>55</b>
5.1 Expérience avec la MDB .....	55
5.2 Défis de la MDB .....	60
5.3 Bénéfices de la MDB .....	64
5.4 Questions de formation .....	66
5.5 Problèmes organisationnels et procéduraux .....	68
5.6 Problèmes techniques .....	71
5.7 Mesure de la performance .....	72
5.8 Facteurs clés pour la mise en œuvre de la MDB .....	73
<b>6 Conclusion .....</b>	<b>75</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>77</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>79</b>
1. Formulaires de consentement .....	79
2. Questionnaire du sondage .....	81
3. Protocole d'entrevue TI .....	88
4. Protocole d'entrevue MDB .....	91

## Liste des figures

Figure 1 : Les trois phases du projet, la phase 2 (section ombragée) .....	12
Figure 2 : Modèle de l'alignement stratégique .....	17
Figure 3 : Taille des entreprises participantes à l'enquête (étude canadienne) .....	25
Figure 4 : Distribution des participants en fonction de la zone d'activité (étude canadienne) ....	26
Figure 5 : Taux actuel d'utilisation d'outils de MDB dans les projets (étude canadienne) .....	27
Figure 6 : Croissance dans l'utilisation de la MDB dans les projets entre 2008 et 2009 (McGraw-Hill 2008) .....	27
Figure 7 : Taux actuel d'utilisation d'outils de MDB par les professionnels (étude canadienne) .	28
Figure 8 : Taux d'utilisation des outils de la MDB par les professionnels (McGraw-Hill 2008).....	28
Figure 9 : Utilisation de la MDB (étude canadienne) .....	29
Figure 10 : Utilisation de la MDB par phase selon le degré de participation dans le projet (étude canadienne) .....	29
Figure 11 : Valeur perçue de la MDB selon les phases de projet (McGraw-Hill 2008) .....	30
Figure 12 : Utilisation des outils de la MDB (étude canadienne) .....	31
Figure 13 : Utilisation des outils de la MDB (McGraw-Hill 2008) .....	31
Figure 14 : Outils d'analyse MDB selon l'implication dans le projet (étude canadienne) .....	32
Figure 15 : Intégration des données liées aux échéanciers et aux coûts avec la MDB (McGraw-Hill 2008).....	33
Figure 16 : Logiciels de modélisation utilisés dans la MDB (étude canadienne).....	34
Figure 17 : Connaissance des outils de MDB (McGraw-Hill 2008) .....	34
Figure 18 : Facteurs limitant une pleine utilisation de la MDB (étude canadienne).....	35
Figure 19 : Obstacles les plus importants à l'adoption de la MDB (McGraw-Hill 2009) .....	36
Figure 20 : Obstacles à l'adoption de la MDB (étude canadienne) .....	37
Figure 21 : Défis de l'adoption de la MDB (McGraw-Hill 2008) .....	38
Figure 22 : Évaluation de l'impact de la MDB (étude canadienne) .....	39
Figure 23 : Importance des facteurs pour mesurer le RCI (McGraw-Hill 2008) .....	40
Figure 24 : Méthodes de formation dans les entreprises (étude canadienne).....	41
Figure 25 : Méthodes de formation dans les entreprises par catégorie professionnelle (étude canadienne) .....	42
Figure 26 : Méthodes de formation pour la MDB (McGraw-Hill 2008).....	43
Figure 27 : Proportion d'employés formés à la MDB (étude canadienne).....	44
Figure 28 : Utilisateurs de la MDB sur une base régulière (étude canadienne).....	45
Figure 29 : Niveau de formation à la MDB (McGraw-Hill 2009).....	45
Figure 30 : Valeur perçue de la MDB, aujourd'hui (couleurs foncées) et dans cinq ans (couleurs pâles) .....	47

Figure 31 : Valeur perçue de la MDB dans cinq ans (McGraw-Hill 2009).....	49
Figure 32 : Importance de la MDB dans cinq ans (à gauche, nos données ; à droite, McGraw-Hill 2009).....	50

### **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Liste des entreprises / employés ayant participé aux entrevues TI .....	14
Tableau 2 : Liste des entreprises / employés ayant participé aux entrevues MDB et ayant rempli le questionnaire.....	15
Tableau 3 : Analyse F.F.P.M. de l'adoption de la MDB, selon les entreprises sélectionnées dans l'étude canadienne .....	53



## Sommaire

Initié à l'automne 2010 par le CEFRIO, le projet « Améliorer l'efficacité et la productivité du secteur de la construction grâce aux TI » a été réalisé en partenariat avec le Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches du Canada (PARI-CNRC) et le Centre d'études et de recherches pour l'avancement de la construction au Québec (CÉRACQ). Les travaux de recherche ont été menés sous la direction du professeur Daniel Forgues de l'École de technologie supérieure, et de Sheryl Staub-French, professeure à The University of British Columbia, en collaboration avec leurs équipes de recherche respectives.

Ce projet de recherche-action visait à mieux comprendre comment les technologies de l'information (TI) ont le potentiel de transformer un projet de construction, tant du point de vue des processus que sur le plan des interactions entre les différents intervenants. Les phases 1 et 2 du projet ont permis de mieux comprendre les enjeux en matière d'usage et d'adoption des TI dans l'industrie de la construction, de mettre en évidence les écarts entre les pratiques existantes et la littérature sur le sujet, et d'identifier les pratiques émergentes dans l'industrie canadienne.

Les travaux ont notamment mis en évidence que les technologies et outils liés à la modélisation des données du bâtiment (MDB ou, en anglais, BIM pour *building information modeling*) comme étant les plus porteurs en matière d'amélioration de la productivité de l'industrie de la construction. Cette technologie, couvrant le cycle de vie complet du bâtiment, permet de créer, de coordonner, de documenter, de gérer et d'actualiser l'information disponible sur un bâtiment donné ainsi que sur les éléments qui le composent. Ce processus collaboratif et intégré, reposant sur une puissante capacité de modélisation des données, constitue un des aspects les plus visibles d'un changement profond et fondamental en voie de transformer le secteur de la construction partout dans le monde.

La conclusion de la première phase de ce projet était que l'industrie canadienne est à la croisée des chemins. Les études de la General Services Agency (GSA) sur l'impact de l'imposition de la MDB dans l'industrie de la construction américaine indiquent que cette initiative a déclenché un changement de paradigme dans la façon dont les bâtiments sont planifiés, conçus, construits et gérés. La grande inquiétude dont nous faisons part alors est que l'industrie canadienne perd du terrain dans sa capacité à offrir de la valeur et à maintenir sa compétitivité.

Cette inquiétude a été confirmée par notre analyse des données collectées auprès des utilisateurs précoces de la MDB, par nos conversations avec des propriétaires d'immeubles, des professionnels de la conception et des entrepreneurs, tant au Canada qu'aux États-Unis, ainsi que par une étude parallèle menée dans le but de mesurer le niveau de compréhension et d'adoption de la conception intégrée et de la MDB par les professionnels, au Québec. Notre industrie a un sérieux retard, et l'écart se creuse. Des changements radicaux sont nécessaires.

Il nous faut repenser la façon dont les projets sont commandés et le travail est organisé dans et entre les organisations membres des coalitions de projet.

Un personnel hautement qualifié et une nouvelle génération de connaissances pratiques sont nécessaires pour aider l'industrie canadienne à opérer ces changements, et des clients du secteur public doivent prendre les devants en rendant la MDB obligatoire pour tous leurs projets. Par contre, contrairement à la situation de la recherche et de la formation professionnelle aux États-Unis, les universités canadiennes ne sont toujours pas prêtes à former ce personnel qualifié ou à produire un nouveau corpus de connaissances intégrées de la MDB et les programmes professionnels associés, à cause d'un grand degré de fragmentation et d'un manque de ressources et de financement. Les clients du secteur public au Canada ne semblent pas comprendre la MDB, ni pourquoi ils doivent changer et intégrer la façon dont ils gèrent leurs projets et leurs avoirs. Ils n'ont pas non plus commencé à saisir les bénéfices qu'ils pourraient tirer de cette approche.

Le CEFRIO et ses partenaires entendent mettre en œuvre, à la suite de ce rapport, des expériences-pilotes pour assurer l'implantation du BIM dans le secteur de la construction. Selon les chercheurs, notre plus grand défi est de convaincre les clients du secteur public de l'importance de changer leurs pratiques de gestion de projet et d'acquisition. C'est pourquoi nous proposerons des projets pilotes qui visent à développer des cas qui démontrent clairement les bénéfices de la MDB et présentent une feuille de route des changements nécessaires dans les organisations qui l'appliquent. L'accent sera mis sur la MDB collaborative en raison des bénéfices qu'elle procure et des plus grands défis qu'elle présente, tant dans les ententes contractuelles que dans le changement de paradigme requis lors du passage d'une organisation fragmentée et basée sur les fonctions à une gestion intégrée des flux de travaux et de données. Ces projets aideront aussi à former le personnel hautement qualifié dont l'industrie de la construction a désespérément besoin.



# 1 Introduction

## 1.1 Phase 1 : Objectifs et conclusions

La phase 1 de ce projet a permis d'établir un état de la connaissance des TI dans l'industrie de la construction grâce à l'étude des pratiques actuelles et à une revue de la littérature disponible sur le sujet. L'objectif principal de cette phase était de porter des efforts théoriques et empiriques visant à comprendre les barrières qui empêchent la mise en œuvre des TI dans les pratiques de construction actuelles, tout en portant une attention particulière à l'amélioration de l'efficacité et de la productivité. La revue de la littérature sur le sujet a particulièrement porté sur les interactions entre les trois grands secteurs que sont : 1) les technologies de l'information, 2) le processus de construction et 3) la productivité.

Les conclusions de la phase 1 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 qui changent le contexte et les conditions dans lesquels les projets de construction sont planifiés, conçus et construits. Cela pourrait être un facteur essentiel pour atteindre un plus haut niveau de maturité dans l'intégration des TI dans la construction.

Plusieurs études (FIATECH 2005, NSCSC 2010, etc.) démontrent aussi que la mise en œuvre de la MDB est encore un défi pour l'industrie de la construction nord-américaine. Bien que des améliorations soient encore nécessaires, l'industrie américaine progresse rapidement vers une mise en œuvre intégrale. Un facteur clé dans ce changement est la décision de la GSA et d'autres agences publiques d'obliger, depuis 2007, l'utilisation de la MDB dans les projets de construction fédéraux (GSA 2007). L'industrie canadienne, de son côté, est très en retard sur l'industrie américaine dans l'adoption de cette technologie.

## 1.2 Phase 2 : objectifs et démarche

L'objectif principal de la phase 2 est de mettre sur pied, en collaboration avec des innovateurs et des adopteurs précoces de la MDB dans l'industrie canadienne, des projets pilotes qui visent à améliorer la productivité en utilisant les outils les plus prometteurs de la MDB.

Les objectifs secondaires sont les suivants.

- Identifier des pratiques et TI émergentes d'aide à la planification, à la conception et à la construction.
- Évaluer les pratiques et l'utilisation actuelles des TI et de la MDB, soit :
  - Évaluer l'étendue de l'adoption de la MDB ;

- Déterminer les bénéfices et les défis de l'adoption de la MDB ;
- Déterminer les changements nécessaires aux problèmes organisationnels, procéduraux et techniques observés.
- Déterminer les paramètres pertinents pour mesurer les bénéfices des TI et de la MDB en construction, soit :
  - Identifier les paramètres utilisés par l'industrie ;
  - Comparer les paramètres utilisés avec ceux mentionnés dans la littérature existante ;
  - Proposer un ensemble de paramètres pour les projets pilotes.

Ce rapport est composé de trois sections. La première présente la méthodologie adoptée pour la phase 2 de notre étude. La deuxième présente un survol de l'adoption de la MDB en Amérique du Nord et une comparaison entre les industries canadienne et américaine, y compris un état de la situation de l'adoption de la MDB au Canada. La troisième présente une analyse en profondeur des pratiques et utilisations courantes des outils des TI et de la MDB.

## **2 Méthodologie**

### **2.1 Stratégie de recherche**

Un résultat important de la phase 2 est l'identification d'une série de projets pilotes qui permettront de mettre en œuvre quelques-unes des technologies de MDB les plus prometteuses que nous avons identifiées. Ces projets seront analysés pour évaluer l'impact de ces technologies sur l'exécution des projets dans différents contextes, avec l'augmentation de la productivité comme objectif final. Le défi est que le gain de productivité dépend de la volonté des partenaires de changer leurs pratiques. Il existe aussi des contraintes de temps et de budget qui limitent la possibilité de faire une analyse en profondeur sur tout le cycle de vie d'un projet de construction.

Notre stratégie de recherche est de porter notre attention sur les innovateurs et les adopteurs précoces. Deux raisons justifient ce choix. Tout d'abord, ces partenaires industriels sont déjà conscients que les TI peuvent leur donner un avantage concurrentiel. Ensuite, ils ont déjà identifié les outils et les technologies qui leur paraissent les plus prometteuses. La figure 1 illustre notre approche lors de la phase 2, dans le contexte des conclusions de phase 1 et des activités prévues pour la phase 3.

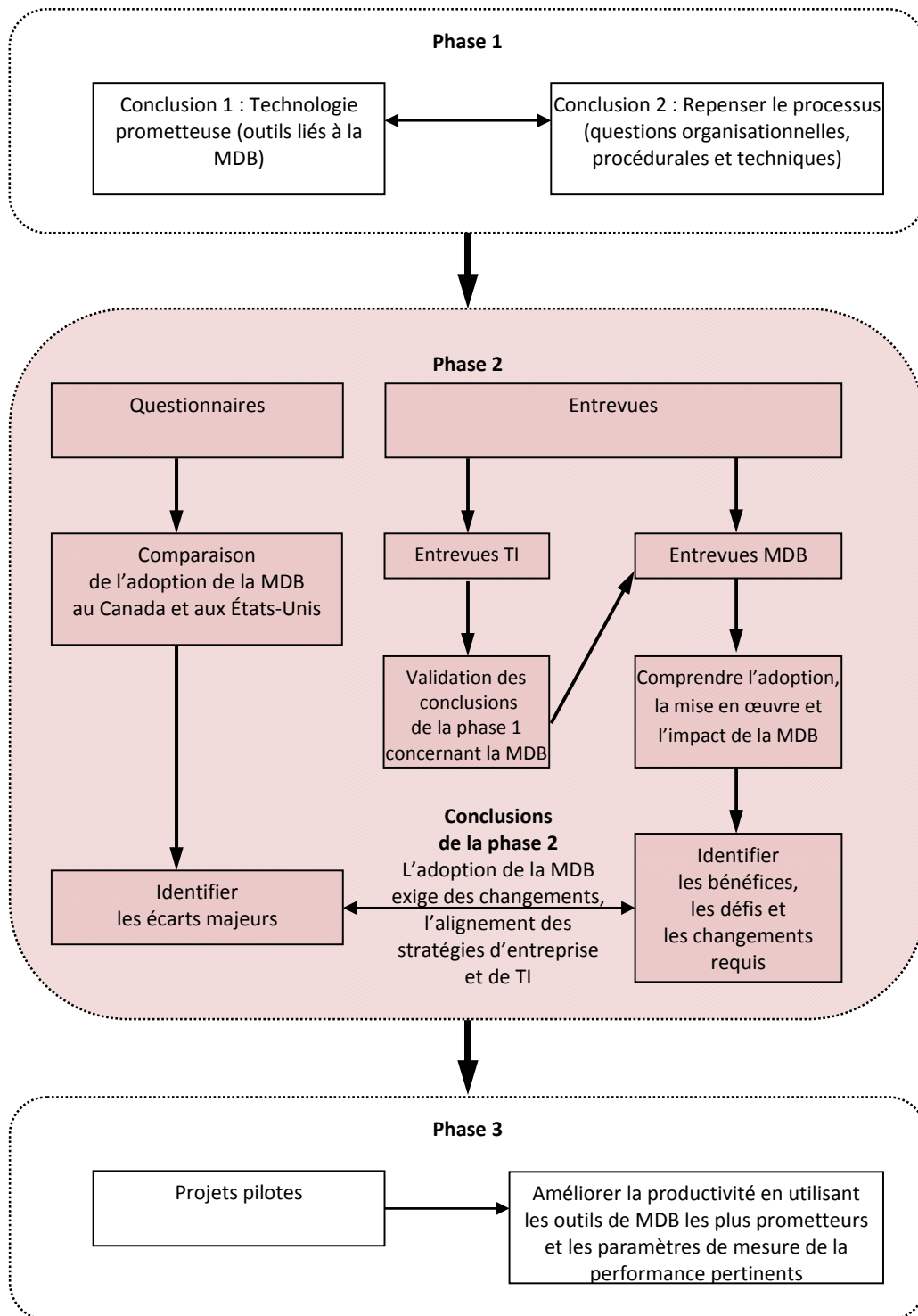


Figure 1 : Les trois phases du projet, la phase 2 (section ombragée)

## **2.2 Méthodes d'évaluation**

Les technologies de la MDB ne font que commencer à émerger au Canada. Bien que la MDB soit un sujet très vaste, le nombre d'adopteurs précoces est très petit dans les provinces étudiées. C'est pourquoi nous avons adopté une méthodologie combinant les analyses quantitatives et qualitatives, afin d'obtenir une vue d'ensemble des problèmes, des défis et des opportunités auxquels font face les praticiens, ainsi que des pratiques qui augmentent ou réduisent les chances de réussite dans la mise en œuvre. Nous sommes conscients que les résultats de l'analyse quantitative reposent sur un petit échantillon. Par contre, associée aux données qualitatives, cette analyse offre un aperçu significatif, à un niveau exploratoire, sur l'état actuel de l'adoption de la MDB au Canada. Elle met aussi en lumière les facteurs qui expliquent un taux d'adoption limité en comparaison avec celui des États-Unis.

### **2.2.1 L'analyse quantitative**

Une enquête basée sur des questionnaires en ligne a été réalisée avant les entrevues. Les objectifs de cette enquête étaient de collecter de l'information générale sur les entreprises participantes, de déterminer le niveau d'expérience avec la MDB, d'identifier tout projet de mise en œuvre et de définir la valeur perçue de la MDB. Le questionnaire était inspiré de deux *Smart Market Report* publiés par McGraw-Hill Construction en 2008 et en 2009. Cette enquête nous a permis de mieux définir les similarités et les différences entre l'industrie de la construction canadienne et celle des États-Unis, et nous a fourni un échantillon de référence plus grand qui pourrait nous aider à confirmer nos observations. Puisque le taux d'adoption de la MDB est très bas au Canada et que nous nous sommes concentrés sur les adopteurs précoces dans deux provinces, notre échantillon est beaucoup plus petit que celui de l'étude de McGraw-Hill (voir l'annexe 2).

### **2.2.2 L'analyse qualitative**

Des entrevues semi-structurées ont été réalisées avec des représentants de l'industrie pour mieux comprendre l'impact des TI et de la MDB sur les pratiques et les projets de construction.

Notre enquête comprenait deux niveaux d'entrevue. Le premier niveau se concentrait sur l'utilisation actuelle des TI en construction, afin de valider les conclusions basées sur la documentation de la phase 1, alors que le deuxième s'intéressait à comment et dans quel contexte les technologies de MDB sont utilisées par les propriétaires, professionnels de la conception et entrepreneurs pour améliorer la productivité des processus et la qualité des résultats. La durée des entrevues était d'environ une heure. Chaque entrevue s'est ouverte avec un survol du projet CEFRIO, et un formulaire de consentement était présenté et signé (voir l'annexe 1). En règle générale, les participants étaient invités à parler de leur expérience dans l'utilisation des technologies visées et à exprimer ce qu'ils pensaient que seraient les prochains développements dans la mise en œuvre des TI et de la MDB (voir les annexes 3 et 4).

Les entrevues sur les TI se sont concentrées sur la situation actuelle en construction. La collecte des données a été structurée en fonction des trois problèmes clés identifiés lors de la phase 1 :

les problèmes organisationnels, procéduraux et techniques. Chaque entrevue s'est terminée par une réflexion sur la planification stratégique des mises en œuvre à venir.

Les entrevues sur la MDB se sont concentrées sur deux sujets principaux, soit : 1) l'expérience des adopteurs précoces en matière de mise en œuvre, de développement et d'impacts de la MDB, 2) les stratégies des adopteurs précoces pour étendre et améliorer l'adoption de la MDB dans leur entreprise et dans leurs projets. Des extraits de discussions avec des clients, des professionnels de la conception, des entrepreneurs et des manufacturiers, lors d'événements tels EcoBuild Insight et Contech ou lors de rencontres de groupes d'utilisateurs tels que Revit BIM à Montréal, ont été ajoutés afin de fournir un meilleur contexte pour l'interprétation de ces entrevues.

### 2.3 Échantillon des participants aux entrevues

Afin de mieux saisir l'étendue de l'adoption de la MDB au Canada, les entrevues ont été réalisées auprès d'un éventail d'adopteurs précoces et d'innovateurs dans l'industrie de la construction au Canada, ainsi qu'auprès d'utilisateurs de la MDB aux États-Unis. Le choix des participants ne s'est pas fait de façon aléatoire. Ils ont été sélectionnés parmi des groupes d'utilisateurs de la MDB et des événements portant sur la MDB, et sur la base de leur expérience dans le domaine. Le but était de collecter des données auprès de parties prenantes clés (clients, professionnels de la conception, entrepreneurs), de façon à déterminer les défis auxquels ils font face et à saisir leur perspective sur la MDB. Les tableaux 1 et 2 identifient les participants aux entrevues TI et MDB, en précisant le type d'entreprise, le rôle du participant et les raisons qui expliquent leur sélection.

**Tableau 1 : Liste des entreprise/employés ayant participé aux entrevues TI**

Entreprise	Domaine	Rôle	Activité	Raisons du choix
<b>ARUP</b>	Génie-conseil	Associé principal, Aviation Planning – Global Leader	Régionale, nationale, internationale	La firme d'ingénierie la plus avancée dans l'utilisation des TI. Ayant progressé au-delà de la MDB, elle offre un aperçu des choses à venir.
<b>Pomerleau</b>	Construction	Directeur des TI	Internationale	La seule firme de construction au Québec ayant mis en œuvre un SGE pour gérer ses projets.
<b>Groupe AXOR inc.</b>	Construction, gestion	Gérant de projet	Régionale, nationale, internationale	La seule firme de construction au Québec à avoir mis en œuvre un environnement de collaboration, basé sur Lotus Notes et Domino.
<b>SNC-Lavalin (Support TI)</b>	Ingénierie, approvisionnement, construction	Directeur adjoint, Systèmes de conception	Internationale	Responsable de la stratégie TI pour la seconde plus grande firme d'ingénierie au monde.

**Tableau 2 : Liste des entreprises/employés ayant participé aux entrevues MDB et ayant rempli le questionnaire**

<b>Entreprise</b>	<b>Domaine</b>	<b>Rôle</b>	<b>Activité</b>	<b>Raisons du choix</b>
<b>Lemay associés</b>	Architecture	Directeur MDB	Nationale	Adopteurs précoces de la MDB en architecture.
<b>Groupe Canam</b>	Manufacturier	Gérant des initiatives MDB	Internationale	La firme de sous-traitance la plus avancée dans la MDB au Canada.
<b>Société immobilière du Québec</b>	Gestion de propriétés gouvernementales	Architecte et chef de l'expertise montréalaise	Régionale	Déterminera le degré de mise en œuvre de la MDB dans le secteur public au Québec.
<b>Keith Plumbing and Heating Co. Ltd.</b>	Construction	Maître de chantier	Nationale	Dans les premières phases de l'adoption de la MDB ; travaille sur un projet de construction que nous étudions présentement.
<b>Busby Perkins + Will</b>	Architecture	Employé d'architecture intermédiaire	Régionale, nationale, internationale	Architectes qui utilisent les projets ; la firme a un historique de collaboration avec la recherche.
<b>DPR Construction</b>	Construction	Directeur, Bâtiments virtuels	Nationale, internationale	Chef de file dans l'adoption de la MDB aux États-Unis.
<b>Ledcor Construction Ltd.</b>	Construction	Gérant de la MDB et de la construction virtuelle	Régionale, nationale, internationale	Utilise la MDB sur un projet de construction que nous étudions présentement.
<b>Scott Construction Group</b>	Construction	Coordonnateur, modélisation 3D/4D	Régionale, nationale	Dans les premières phases de l'adoption de la MDB.
<b>ArchiDATA</b>	Logiciel de gestion des propriétés	Chef de file dans la gestion des propriétés	Régionale, nationale	Outils MDB pour la gestion des espaces et des équipements.
<b>SNC-Lavalin</b>	Ingénierie, approvisionnement, construction	Directeur de la MDB	Internationale	Utilise un processus de MDB intégré dans le cadre du projet de méga-hôpital CUSM.

La section suivante décrit l'adoption des TI au Québec en se concentrant sur l'utilisation des TI, les défis et bénéfices observés, et les pratiques nécessaires à une mise en œuvre réussie.





### 3 Analyse de l'adoption des TI parmi les adopteurs précoces canadiens

Les résultats de la phase 1 de cette étude ont confirmé que, contrairement aux autres secteurs industriels, l'industrie de la construction démontre un niveau de maturité très bas dans son utilisation des TI, puisque l'adoption de nouveaux outils n'est pas accompagnée de changements conséquents dans le modèle d'entreprise traditionnel. En comparaison avec des secteurs comme le manufacturier, l'industrie de la construction n'a donc pas bénéficié des augmentations de productivité considérables liées aux nouveaux processus rendus possibles ou générés par les nouvelles technologies.

Une des conditions pour connaître le succès dans l'utilisation de TI est de passer d'une utilisation opérationnelle à une utilisation stratégique de la technologie. La littérature disponible sur le sujet suggère que deux conditions essentielles pour une utilisation mature des technologies sont l'alignement stratégique et l'intégration fonctionnelle entre les infrastructures et processus TI et organisationnels (Venkatraman et autres, 1993) (Figure 2).

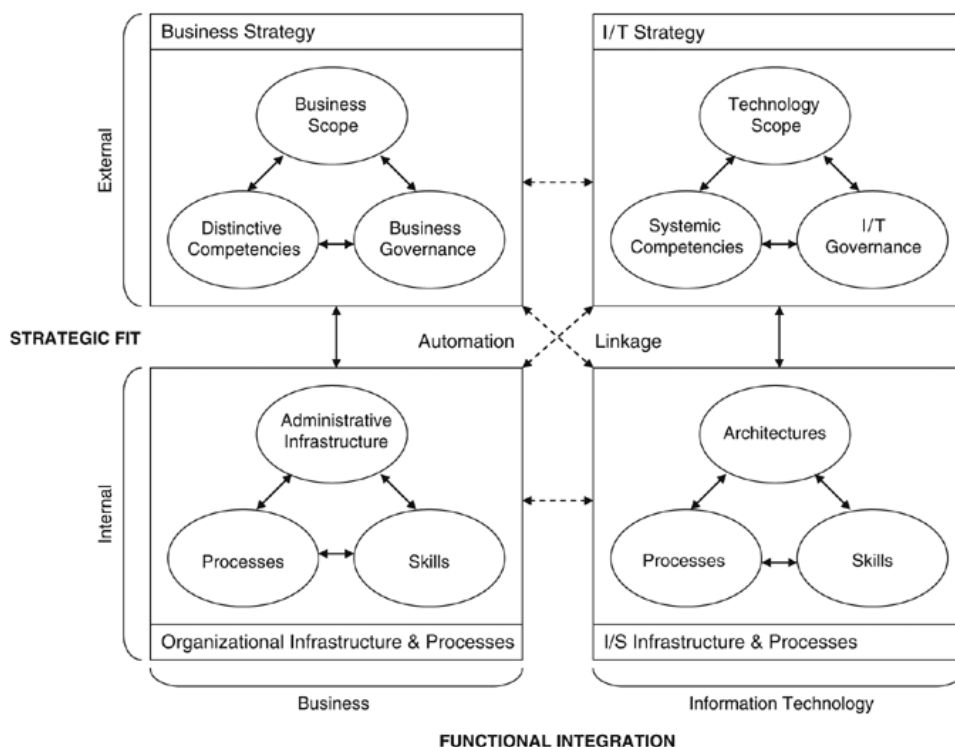


Figure 2 : Modèle de l'alignement stratégique

Les TI peuvent rendre possibles ou générer de nouveaux processus (Davenport, 1993), voire de nouveaux modèles d'entreprise. La stratégie d'entreprise d'Amazon, par exemple, est fortement alignée sur sa stratégie des TI et démontre une intégration fonctionnelle très forte. Elle s'est servie de la technologie pour redéfinir la façon dont les librairies font des affaires.

Notre première série d'entrevues porte sur un échantillon très petit mais riche, qui permet de faire des associations avec ce modèle d'alignement : les entreprises poussées par les TI (*IT driven*) en opposition à celles habilitées par les systèmes d'information (*IS enabled*), et la perspective d'affaires en opposition à la perspective des TI au sein de l'entreprise. Deux entrevues sont d'ingénieurs et deux sont d'entrepreneurs généraux. L'analyse de ces entrevues s'est faite en y associant des données d'autres entrevues concernant la MDB, qui confirment nos résultats.

L'analyse qui suit est structurée en fonction de trois types de questions : (a) les questions organisationnelles et procédurales, (b) les questions sociotechniques et (c) la vision.

### **3.1 Les questions organisationnelles et procédurales**

ARUP est l'équivalent d'Amazon dans l'industrie de la construction. C'est un exemple de l'avantage stratégique que l'on peut obtenir avec un alignement optimal de la stratégie des TI sur la stratégie d'entreprise. Basée au Royaume-Uni, ARUP a d'abord œuvré dans le domaine de la consultation en structure de bâtiment. Sa réputation s'est bâtie grâce à une utilisation innovatrice des TI et à une très grande intégration des pratiques de conception et de construction. Cette entreprise développe ses propres logiciels, gère ses ressources avec l'un des systèmes de gestion des connaissances les plus avancés au monde et utilise la MDB depuis les années 1980. Les TI font partie intégrante de sa stratégie et de sa culture d'entreprise. Elle n'a pas besoin d'une politique de gestion des changements pour encourager l'utilisation de nouvelles technologies.

*Il y a un software en structure qui est reconnu et qui est utilisé mondialement en design de structure, c'est un software qu'ARUP a développé, et on a vendu la licence après, parce que, à une certaine époque, on est rendu où, techniquement, ce qui est sur le marché ne répond pas à ce dont on avait besoin, on avait un projet complexe et les outils n'étaient pas acceptables pour faire le design de ça, on a développé l'outil, et maintenant, c'est devenu une référence comme software en design de structure. [...] On travaille beaucoup avec les autres pour développer les features, l'amélioration et le coupling de software, les interfaces [...]. On est souvent poussés par la nature des projets, parce que souvent, on fait des projets à haute complexité. [...] Souvent, on va développer ce dont on avait besoin parce que le marché ne le fournit pas. (Dirigeant d'entreprise, ARUP)*

Un autre exemple d'adaptation stratégique est celui de Canam, un sous-traitant spécialisé dans les structures d'acier qui a compris, il y a quelques années, que la MDB pouvait lui donner un avantage concurrentiel. L'entreprise a acheté une firme de consultants à Hong Kong ayant une expertise dans le domaine afin d'apprendre de celle-ci comment obtenir une meilleure adaptation stratégique et une meilleure intégration fonctionnelle.

*[...] Mais ici, le marché nord-américain ne semble pas aussi rapide au niveau du BIM qu'on l'est à Hong Kong. À Hong Kong, on est en train de*

*prendre beaucoup d'expertise qui va nous aider quand ça lèvera ici [Transfert de connaissances de leur bureau à Hong Kong]. (Manufacturier, Groupe Canam)*

Un exemple de mise en œuvre d'un progiciel de gestion intégrée (PGI, ou ERP en anglais) dans une entreprise de construction illustre un alignement réussi au niveau de l'intégration fonctionnelle. Des champions de chaque département ont passé un an avec le personnel des TI à planifier le déploiement de la plateforme, réévaluant et optimisant sans cesse la façon de mieux travailler collectivement avec la technologie.

*ERP est un système vivant, on veut qu'il reste en vie longtemps, on le nourrit pour qu'il continue à avancer, pour que les gens continuent à suivre la technologie à ce niveau-là. [...] On a pris les meilleurs de chaque département, pendant un an, on les a sortis de leur cadre régulier, on s'est loué un local ailleurs, uniquement pour les gens de ERP. Là, on avait le système qui était installé, puis on a tout essayé pendant un an, avec tous les meilleurs de chaque département. Je vous dirais qu'en faisant ça, lorsqu'on est revenus pour répondre le go-live, je pense que les gens qui ont suivi ont bien embarqué, et ça a quand même bien passé. (Directeur des TI, Pomerleau)*

Les décideurs de l'entreprise ont compris la valeur fonctionnelle que détourner des ressources clés de leurs activités quotidiennes apporte pour assurer la transition la plus efficace et la plus avantageuse possible. Des ressources des TI étaient dévouées à la formation ainsi qu'à la collecte de commentaires et de suggestions de la part des utilisateurs.

On trouve des points de vue similaires sur les TI dans les entreprises américaines. DPR Construction est une entreprise de construction américaine très dynamique qui a connu beaucoup de succès dans sa planification stratégique et ses investissements en TI, et dans la MDB en particulier.

*Ma responsabilité chez DPR est de regarder stratégiquement comment l'association de la MDB et des technologies de la construction et des opérations peut être utilisée pour mieux livrer les projets.*

*Nous avons passé un bon bout de temps à faire la planification stratégique du déploiement de la MDB. Nous avons décidé, dès lors, que nous n'impartirions jamais la MDB, et il y avait beaucoup de tentations, des gens qui venaient nous voir et nous disaient « Donnez-nous vos dessins et on vous fera un modèle, et vous pourrez appeler ça de la MDB », mais nous nous sommes éloignés de ça...*

*Ce que nous avons observé est que l'acte en lui-même, vous savez, d'être engagé dans la production d'un modèle d'information de bâtiment est vraiment un aspect central des bénéfices que cela peut apporter. Et plus on implique les constructeurs dans le processus, mieux c'est. Alors, quand nous sommes impliqués et que les constructeurs ne le sont pas, les bénéfices sont bien moindres que lorsque le maître de chantier, les contremaîtres et les corps*

*de métiers sont impliqués. (Coordinateur de la construction et de la conception virtuelle, DPR Construction).*

À l'inverse, on peut voir que les entreprises d'ingénierie et de construction canadiennes n'ont pas cette vision stratégique. Leur travail est encore organisé sur la base des fonctions et des projets, plutôt que sur la base des processus. Les TI ne sont considérées que comme une aide pour les activités de soutien (comptabilité et communications).

*On est plus attachés au projet, on a quand même une stratégie globale, c'est plus une stratégie budgétaire. [...] Ça aide dans tous nos projets, ça les améliore, tous nos paiements sont rapides parce que les approbations se font plus rapidement, c'est une particularité de EPR, mais il y a beaucoup de volets. Au niveau de la gestion de projet, toutes les données de nos projets sont rentrées dans le système pour avoir le suivi, les Dashboard, etc. [...] Au niveau de la communication, aujourd'hui, la mobilité prend une grande partie de notre budget TI annuellement. On a près de 700 appareils sans fil pour tous nos usagers, donc c'est le contrôle de tout ça, etc. Ça demande beaucoup de temps à ce niveau-là. (Directeur des TI, Pomerleau)*

Ainsi, tout effort visant à modifier les pratiques de travail est perçu comme perturbateur, comme du travail supplémentaire qui requiert des ressources et augmente les risques de ne pas atteindre les objectifs du projet. Les problèmes les plus fréquents dans l'intégration des TI dont nous ont fait part les participants aux entrevues sont résumés ci-dessous.

- Problèmes de communication : manque de communication entre les disciplines ; information qui ne circule pas entre les membres d'une équipe de projet.
- Nature temporaire des équipes, qui changent d'une phase à l'autre, modifications de points de vue, d'objectifs, etc.
- Problèmes de coordination entre les disciplines : chaque discipline travaille pour son propre bénéfice ; manque de vision globale pour assurer une bonne circulation de l'information.

Un exemple flagrant est le manque de perspective sur les TI dans les entreprises qui n'œuvrent qu'au Canada. Les décideurs des entreprises de construction semblent considérer les TI comme un coût, plutôt que comme un investissement qui peut leur donner un avantage concurrentiel.

*On ne veut pas être les premiers, quand une technologie sort, on attend jusqu'à ce qu'elle soit approuvée. (Directeur des TI, Pomerleau)*

Un autre problème est que les clients du secteur public ne semblent pas réaliser la valeur ajoutée de la technologie, sa capacité à livrer un meilleur produit.

*On est une organisation publique, et il y a des enjeux politiques. Il y a des obligations de faire des résultats, des délais et des budgets annoncés. Si on arrive à faire la preuve que l'outil nous aide à arriver mieux aux résultats, il va toujours y avoir une ouverture. (SIQ, client du secteur public)*

Paradoxalement, tous les participants aux entrevues considèrent que les TI jouent un rôle important dans leur entreprise. Ils ont tous fait la remarque que le niveau d'utilisation des TI qu'on y trouvait était très élevé. Les statistiques indiquent que l'industrie canadienne est très en retard en matière d'investissement dans les TI. Les dirigeants des entreprises de construction voient les TI comme des systèmes opérationnels qui apportent un soutien pour les projets et le contrôle de la qualité, la gestion de l'information et la communication entre les parties impliquées dans un projet. Par contre, le rôle stratégique des TI dans l'amélioration et l'optimisation des processus des activités principales de valeur ajoutée n'est toujours pas bien compris. Les entreprises reconnaissent par contre que les TI peuvent avoir un impact important dans : 1) la transformation de la philosophie interne ; 2) l'amélioration de la productivité et de l'efficience.

### **3.2 Les questions sociotechniques**

L'absence de vision d'entreprise sur les TI a des conséquences. Les tentatives d'introduire de nouvelles technologies se confrontent souvent à une forte résistance. Les professionnels résistent aux nouvelles technologies parce que leur utilisation requiert un temps et un effort qui ne cadrent pas dans les échéanciers et les coûts de projets. Ils se concentrent sur la production, alors il y a peu de temps pour mettre à jour leurs connaissances et les processus.

*Frustration, beaucoup de frustration... puis les gens vont directement blâmer la technologie, et non eux-mêmes. Ça ne fonctionne pas... C'est pas bon... Alors que la réalité, ce n'est pas la technologie, c'est la façon dont ils travaillent avec la technologie. (Directeur des TI, SNC-Lavalin)*

Le changement est stressant et rend l'apprentissage long et difficile. Cela peut rendre la transition vers la nouvelle technologie difficile, avec comme résultat une perte de productivité.

*[...] il n'y a pas une agilité intellectuelle d'apprentissage. (Dirigeant d'entreprise, Groupe AXOR inc.)*

Sans stratégie, la mise en œuvre des nouvelles technologies se fait souvent sans changements dans les approches de gestion, c'est-à-dire sans formation et sans réflexion sur la façon dont la technologie pourrait faciliter ou améliorer les processus.

*En général, le pourcentage d'utilisation des logiciels d'une manière complète ne dépasse pas les 10 % (exemple : MS Office). L'utilisation d'un nouveau logiciel dépend de la notion (Name dropping) ou du marketing. (Dirigeant d'entreprise, Groupe AXOR inc.)*

En conséquence, la technologie est utilisée au mauvais endroit, sans aucune connaissance des usages potentiels du logiciel, ou sans savoir si le processus est bien adapté à la technologie. La perception des milieux d'affaires de la construction est donc que les TI sont coûteuses et ne livrent pas les résultats attendus.

**c) La vision**

Les participants aux entrevues sont conscients du rôle des TI dans l'amélioration de la productivité et de la compétitivité.

*[...] les nouvelles technologies, ça nous rend plus productifs, plus compétitifs, et ça nous ouvre de nouveaux marchés. (Directeur des TI, SNC-Lavalin)*

*[...] si les gens utilisent ces outils à pleine efficacité, ceci va réduire le temps et améliorer la performance et l'efficacité. (Dirigeant d'entreprise, Groupe AXOR inc.)*

Ils déclarent que les changements dans les processus sont d'abord dépendants des souhaits et du rôle d'un client, ensuite de la haute direction de l'entreprise.

*[...] le mieux pour qu'une technologie passe, c'est que le client l'impose. Parce que là, ce n'est pas négociable. Le client a un rôle important à jouer là-dessus, parce que si c'est sur une base volontaire, ça va être beaucoup plus difficile que si c'est imposé par le client. (Directeur des TI, SNC-Lavalin)*

En dépit du besoin d'une approche basée sur les exigences du client, le gouvernement ne joue toujours pas un rôle important dans la mise en œuvre des TI. Son rôle devrait être de définir les normes et d'évaluer l'utilisation des technologies dans les institutions d'enseignement (collèges et universités).

De toutes les technologies prometteuses, les participants considèrent que les technologies de MDB sont celles qui ont le plus grand potentiel d'amélioration de la productivité à court terme. Les systèmes intégrés (les environnements virtuels, par exemple) ont aussi été mentionnés comme une technologie prometteuse.

*Dans un logiciel comme Revit, où toutes les disciplines qui travaillent à l'intérieur de modèles sont intégrées, des inconsistances, il y en a beaucoup moins, déjà tout était intégré dès le départ, tout était prévu pour que ça tienne bien ensemble. (Directeur des TI, SNC-Lavalin)*

Par contre, en ce moment, la MDB n'est pas utilisée de façon intégrée. Elle est complètement séparée des processus, et ce phénomène est fortement lié au manque de sensibilisation des clients.

*Le processus est le plus important, l'outil (le livrable) peut changer, mais on ne peut pas dissocier les deux éléments (processus et livrable). [...] Une question de connaissance, d'avoir un client éduqué pour comprendre la valeur ajoutée. (Dirigeant d'entreprise, ARUP)*

La mise en œuvre complète des TI ne dépend pas que des décideurs, mais aussi des partenaires de projets, particulièrement le client. Les entreprises voient toujours les TI comme un outil de soutien de projet (gestion de projet, réduction des coûts, meilleure planification, etc.), plutôt que comme une approche pour transformer les processus, ce qui est l'élément le plus important pour augmenter la productivité. En conséquence, la maximisation des bénéfices des TI et la mise

en œuvre d'outils de MDB exigent un engagement et une volonté de la part des clients et des décideurs d'entreprise d'investir dans les changements de pratiques et dans la façon de penser les processus.

La section suivante porte sur la mise en œuvre de la MDB et définit le degré d'utilisation de la MDB parmi les adopteurs précoces.





## 4 Vue d'ensemble de l'adoption de la MDB en Amérique du Nord

Les données quantitatives collectées auprès d'adopteurs précoces nous ont permis d'évaluer l'étendue de l'adoption de la MDB au Canada et de la comparer à celle des États-Unis. Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'échantillon canadien est beaucoup plus petit que celui des études de McGraw-Hill sur l'industrie de la construction américaine. De plus, cet échantillon est biaisé, dans la mesure où il ne représente que les pionniers de l'industrie canadienne, alors que l'échantillon de McGraw-Hill est tiré de la population complète des entreprises américaines. Cette section présente les résultats de cette comparaison, incluant le degré d'adoption de la MDB et une comparaison dans l'utilisation de la MDB. Ces résultats permettent de mettre en évidence l'écart dans les pratiques de MDB entre les industries de la construction canadienne et américaine.

Les données ont été collectées par questionnaire, de janvier à mars 2010, auprès d'un échantillon de dix entreprises, incluant quatre entrepreneurs, deux firmes d'architectes, un client du secteur public et un manufacturier (Tableau 2).

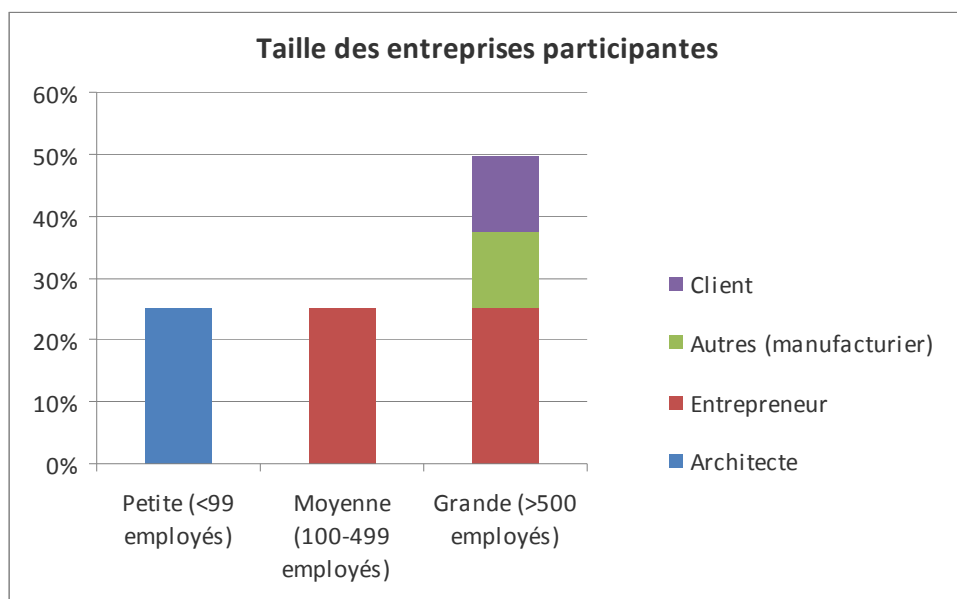


Figure 3 : Taille des entreprises participantes à l'enquête (étude canadienne)

L'enquête s'est faite auprès de petites, moyennes et grandes entreprises. La figure 3 présente le pourcentage de répondants en fonction de la taille de l'entreprise. On voit que 50 % des entreprises sélectionnées sont de grande taille. Notre choix d'entreprises varie aussi en fonction de leur zone géographique d'activité. La figure 4 présente les zones d'activité des entreprises sélectionnées et montre que la plupart des activités se font à l'échelle nationale. Par contre,

les entrepreneurs et architectes interviewés sont impliqués dans différents projets aux niveaux régional, national et international.

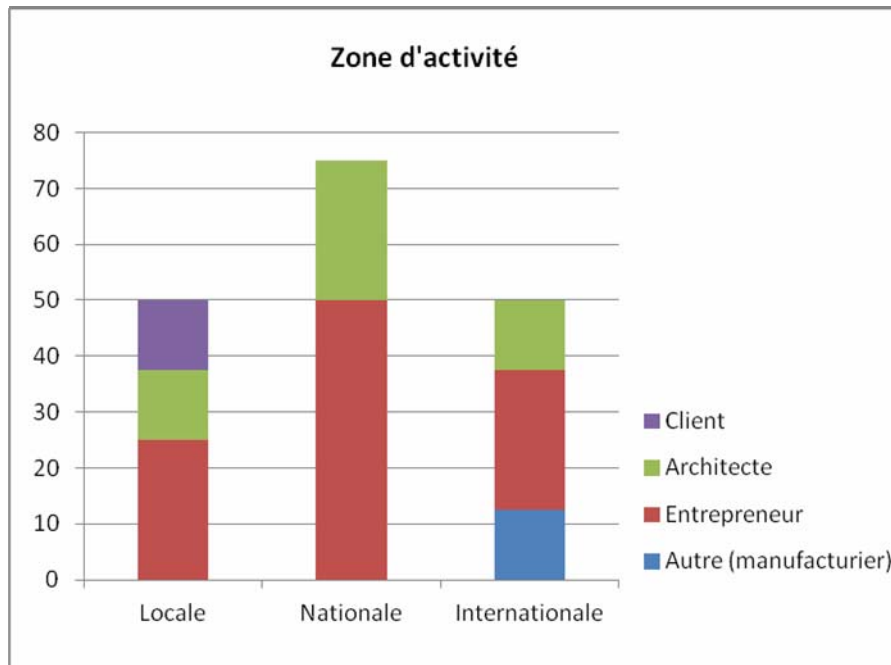


Figure 4 : Distribution des participants en fonction de la zone d'activité (étude canadienne)

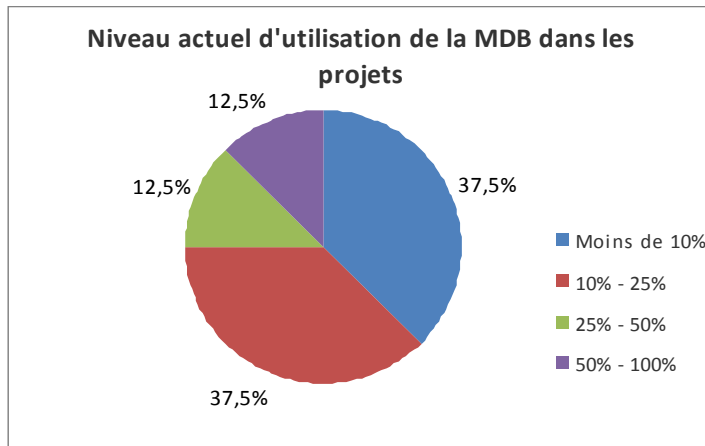
#### 4.1 Comparaison avec l'industrie de la construction américaine

Nous comparons ici les résultats de notre enquête avec les études de McGraw-Hill sur la base de 12 paramètres différents, qui couvrent l'expérience actuelle en MDB, les bénéfices et les défis de la mise en œuvre de la MDB, la formation en MDB et la valeur de la MDB. L'étude de 2008 de McGraw-Hill repose sur un sondage de 82 architectes, 101 ingénieurs, 80 entrepreneurs et 39 propriétaires (échantillon total de 302) effectué entre le 18 juin et 8 août 2008. L'étude de 2009 a été réalisée grâce à un sondage en ligne de professionnels de l'industrie, entre le 28 mai et le 2 juillet 2009. Ce sondage a obtenu 2 228 réponses complètes. La catégorie « total » utilisée dans ce rapport inclut 558 architectes (27 %), 326 ingénieurs (15 %), 817 entrepreneurs (37 %), 118 propriétaires (5 %), 73 manufacturiers de produits de construction (3 %) et 296 participants divers de l'industrie, et représente une compilation des deux études de McGraw-Hill.

Pour chaque comparaison des 12 paramètres, nous allons utiliser des figures tirées de nos données (fond blanc) en parallèle avec des figures tirées des enquêtes de McGraw-Hill (fond jaune pâle avec titre sur fond bleu).

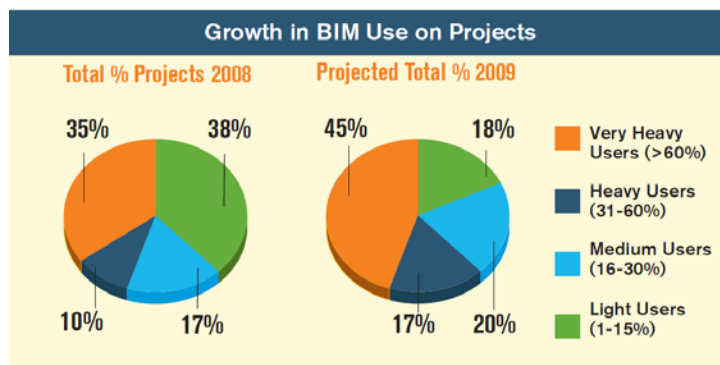
##### a) Taux d'utilisation d'outils de MDB dans les projets

Nous avons demandé aux participants d'évaluer leur taux d'utilisation de la MDB dans leurs projets (Figure 5).



Nos données montrent que le taux d'utilisation de la MDB est encore très faible (Figure 5). 75 % des professionnels utilisent les outils de MDB à 25 % ou moins dans leurs projets, alors que 37 % d'entre eux utilisent ces outils à moins de 10 % dans leurs projets.

**Figure 5 : Taux actuel d'utilisation d'outils de MDB dans les projets (étude canadienne)**



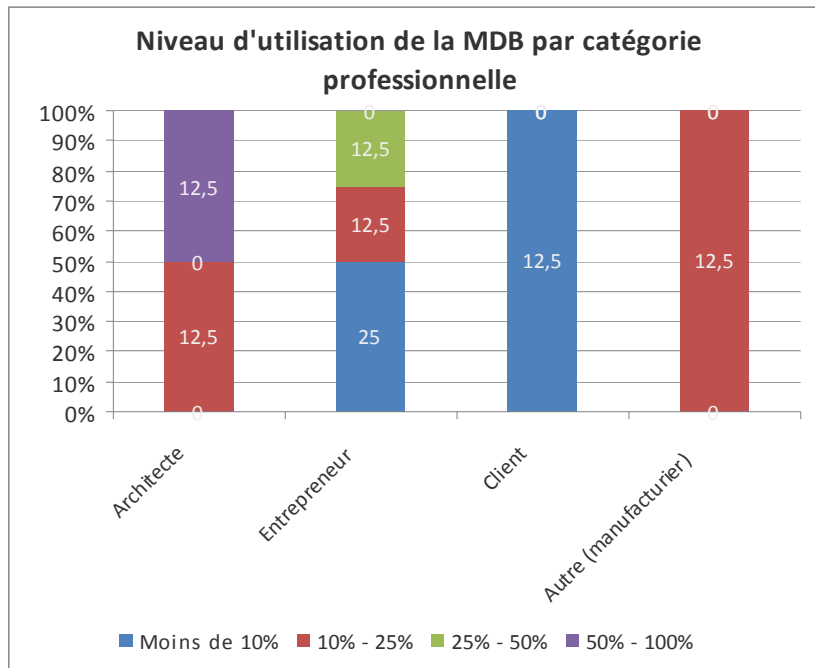
L'enquête de 2008 de McGraw-Hill montre un taux d'utilisation de la MDB élevé ou très élevé pour 72 % des répondants. Cette étude indique aussi qu'on s'attendait à une augmentation en 2009 dans les taux d'utilisation bas, moyen et très élevé (Figure 6).

**Figure 6 : Croissance dans l'utilisation de la MDB dans les projets entre 2008 et 2009 (McGraw-Hill 2008)**

Cette comparaison de nos données avec les études de McGraw-Hill montre une différence considérable dans l'utilisation de la MDB dans les projets entre le Canada et les États-Unis.

**b) Taux actuel d'utilisation d'outils de MDB dans l'industrie**

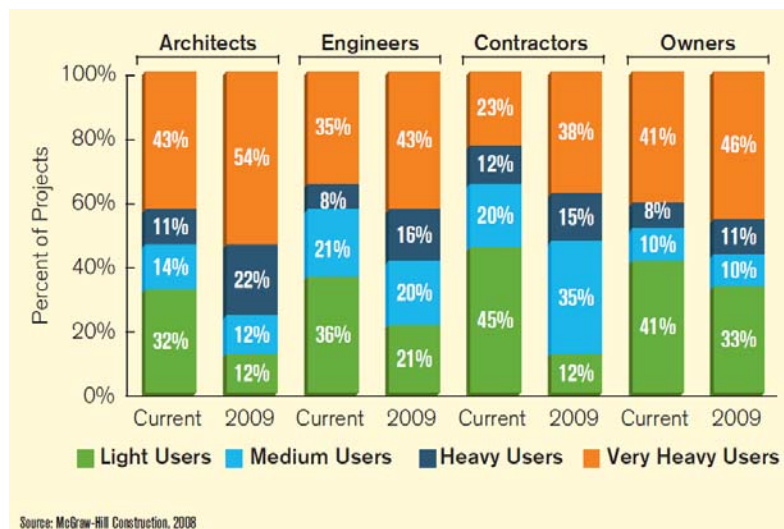
La figure 7 n'est indicative que pour les taux d'utilisation de la MDB dans notre échantillon et ne représente pas l'industrie dans son ensemble.



Dans notre échantillon, seuls deux participants ont indiqué un taux d'utilisation de la MDB de plus de 25 %. Pour un entrepreneur, le taux était de 50 %, alors que pour un des architectes, il était de 100 %.

**Figure 7 : Taux actuel d'utilisation d'outils de MDB par les professionnels (étude canadienne)**

En revanche, l'étude de McGraw-Hill (2008) montre que tous les professionnels étaient de grands utilisateurs sur un pourcentage important de projets : 43 % pour les architectes, 35 % pour les ingénieurs, 23 % pour les entrepreneurs et 41 % pour les propriétaires.



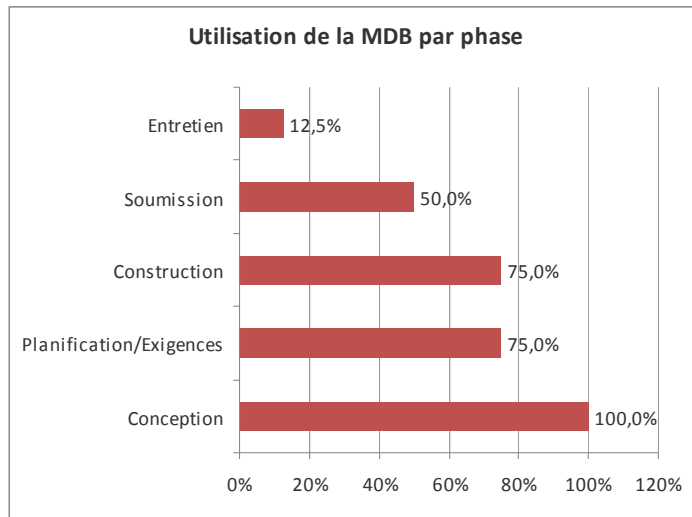
**Figure 8 : Taux d'utilisation des outils de la MDB par les professionnels (McGraw-Hill 2008)**

Afin de mieux comprendre cette très grande différence, nous avons poussé l'analyse pour voir si certains facteurs étaient corrélés. Le taux d'utilisation de la MDB est de fait corrélé avec la zone d'activité. Selon notre échantillon, l'utilisation de la MDB augmente quand les activités de la

firmes sont plus nationales ou internationales que régionales. Autrement dit, le taux d'utilisation de la MDB est lié à la grandeur du marché.

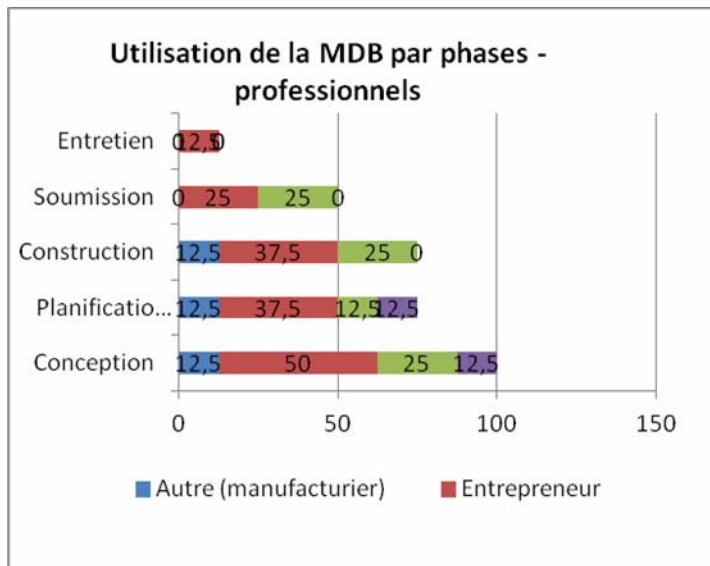
**c) Utilisation de la MDB dans les phases de projet avec la valeur perçue de la MDB par phase**

Le niveau actuel d'utilisation de la MDB est lié non seulement au degré d'implication dans un projet, mais aussi aux phases d'un projet (Figures 9 et 10).



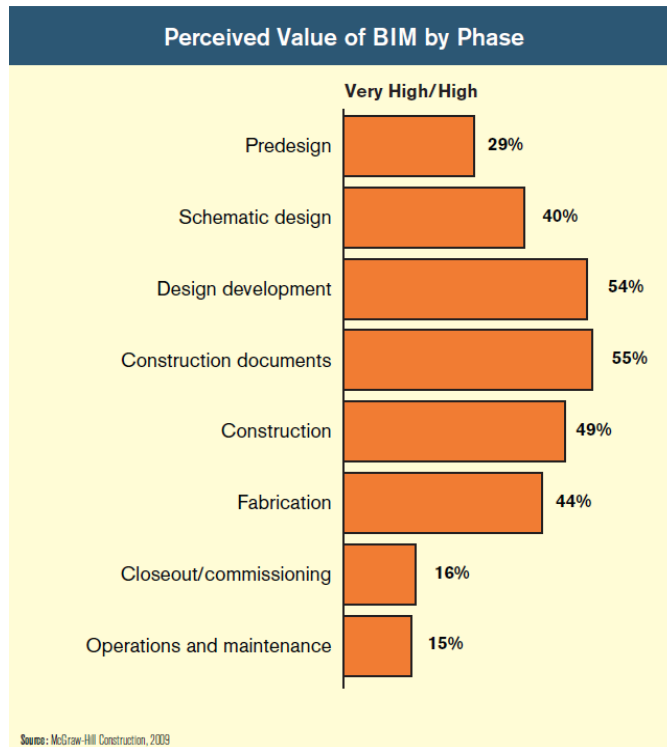
Comme le montre la figure 9, les outils de la MDB ne sont pas actuellement utilisés dans toutes les phases d'un projet. Ils semblent être utilisés plus à l'étape de la conception, peu importe la catégorie professionnelle (Figure 10).

Figure 9 : Utilisation de la MDB (étude canadienne)



L'utilisation de la MDB dans les phases de planification et de construction arrive au second rang (selon 75 % des utilisateurs). Ces résultats indiquent que l'utilisation de la MDB pour ces deux phases pourrait être d'un plus grand intérêt pour les entrepreneurs que pour les autres utilisateurs. En même temps, on peut observer que les architectes et les entrepreneurs sont généralement les plus soucieux d'utiliser la MDB dans toutes les phases.

Figure 10 : Utilisation de la MDB par phase selon le degré de participation dans le projet (étude canadienne)



Les données de l'étude McGraw-Hill (2008) sur la valeur perçue de la MDB selon les phases de projet (Figure 11) montrent que les phases liées à la conception et à la construction sont celles pour lesquelles la valeur perçue de la MDB est la plus élevée.

**Figure 11 : Valeur perçue de la MDB selon les phases de projet (McGraw-Hill 2008)**

Lorsque nous comparons nos données à celles de l'étude de McGraw-Hill (2008), nous constatons que la MDB est utilisée dans les phases pour lesquelles la valeur perçue est la plus élevée (phases de conception et construction/documentation de la construction). Par contre, nos données montrent que la phase de conception semble la phase la plus importante, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que nos participants considèrent la MDB avant tout comme un outil de modélisation.

#### ***d) Utilisation des outils d'analyse MDB***

Notre échantillon d'utilisateurs de la MDB semble conscient des usages potentiels des outils de la MDB, mais ces outils sont encore sous-utilisés. Les figures suivantes montrent, par ordre d'importance, les tâches où la MDB est utilisée, selon notre enquête (Figure 12) et selon l'étude de McGraw-Hill (2008) (Figure 13).

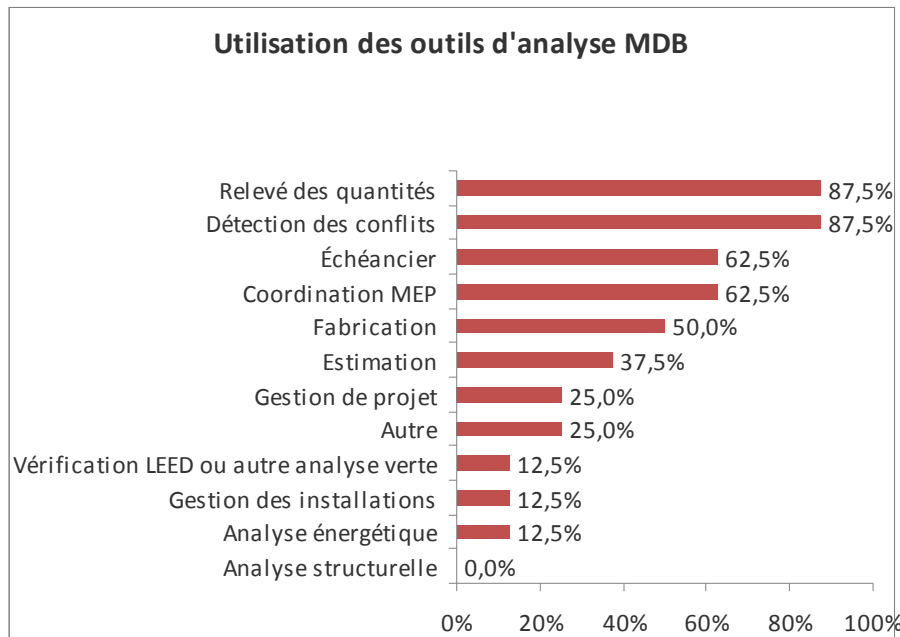


Figure 12 : Utilisation des outils de la MDB (étude canadienne)

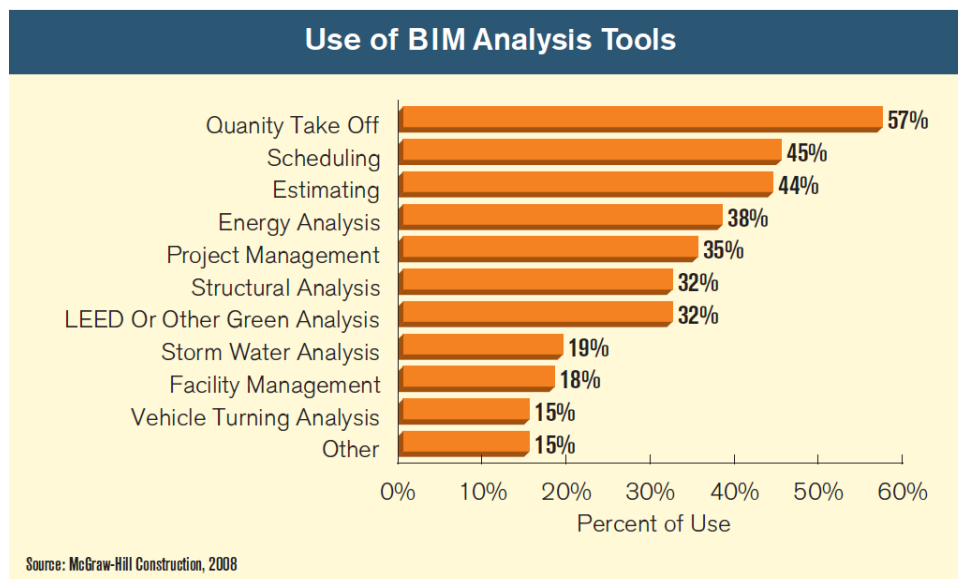


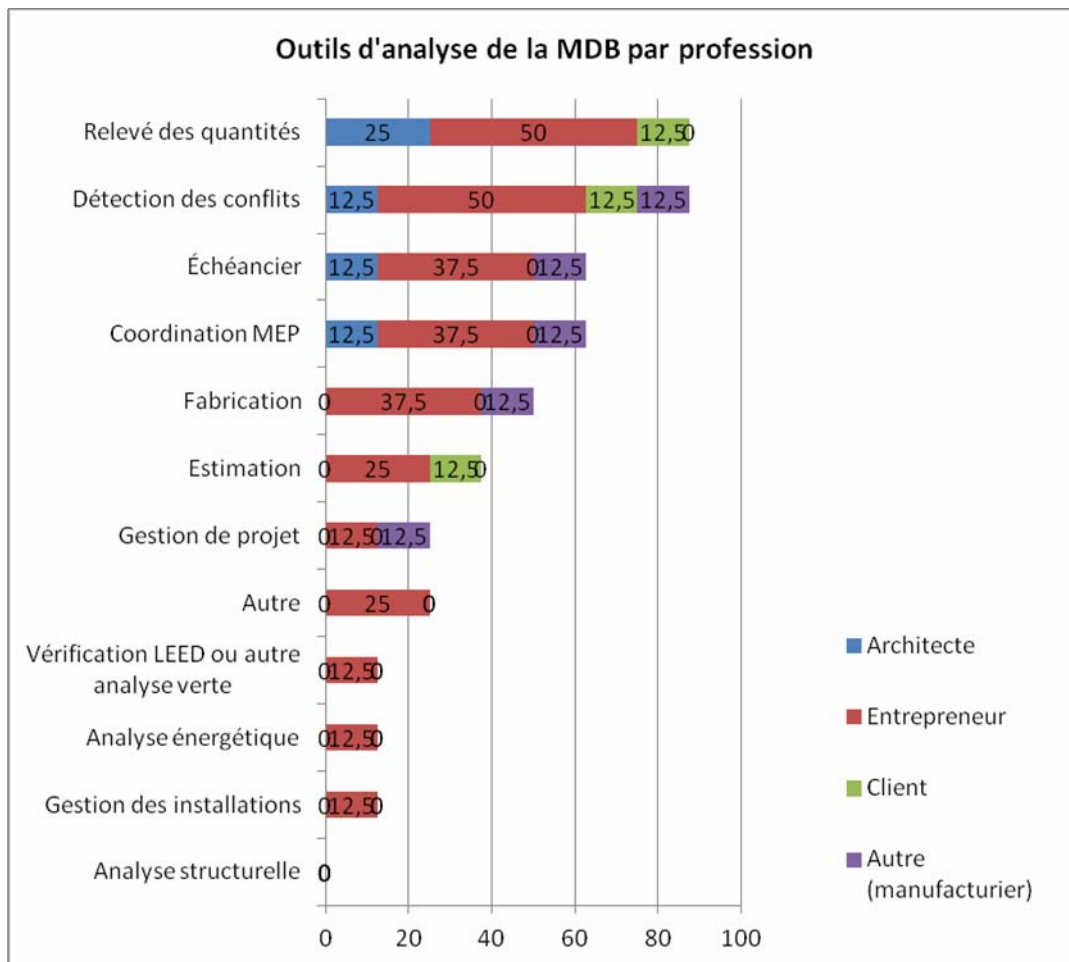
Figure 13 : Utilisation des outils de la MDB (McGraw-Hill 2008)

Les données de notre enquête indiquent que le relevé des quantités et la détection des conflits sont les usages principaux des outils d'analyse MDB. Le relevé des quantités est aussi l'utilisation la plus importante selon l'étude de McGraw-Hill (2008). La détection des conflits n'était pas incluse spécifiquement dans l'étude de McGraw-Hill, probablement parce qu'elle peut aussi être considérée comme un outil de modélisation. L'utilisation de la MDB pour l'établissement des échéanciers est aussi considérée comme importante dans les deux études. L'estimation n'est pas considérée comme une priorité pour nos participants, alors que selon les données de

McGraw-Hill, l'utilisation de la MDB dans cette tâche est considérée aussi importante que pour l'établissement des échéanciers. L'utilisation d'outils MDB pour les analyses énergétiques, LEED ou vertes est aussi incluse dans l'étude de McGraw-Hill, qui indique un taux d'utilisation élevé, ce qui n'est pas le cas avec les participants canadiens.

**e) Utilisation d'outils d'analyse MDB selon l'implication dans le projet**

Nous avons classé l'évaluation des outils d'analyse MDB selon l'implication dans le projet pour déterminer quels membres d'une équipe de projet sont les plus susceptibles d'utiliser la MDB pour certaines tâches (Figure 14).



**Figure 14 : Outils d'analyse MDB selon l'implication dans le projet (étude canadienne)**

D'un côté, nos données dans la figure 14 montrent que les entrepreneurs sont ceux qui bénéficient le plus des outils de la MDB et qu'ils les utilisent pour différentes tâches. Une seule firme de construction utilise la MDB intégralement, alors que pour les autres professionnels, l'utilisation de la MDB est limitée à quelques tâches précises, comme les architectes qui utilisent les données de MDB pour le relevé des quantités, la détection des conflits, la coordination MEP et l'établissement des échéanciers.



D'un autre côté, selon l'étude de McGraw-Hill (2008), seul un tiers des entrepreneurs utilisent les données de la MDB pour des tâches telles que le relevé des quantités, l'établissement des échanciers et l'estimation. La moitié des architectes utilisent les analyses énergétiques ou d'autres outils liés à l'évaluation de la durabilité, et une forte proportion des propriétaires utilisent les données de la MDB avec les logiciels de gestion de projet. La figure 15 illustre les données de McGraw-Hill selon l'utilisation de la MDB pour l'intégration des données liées aux échanciers et aux coûts par les différents membres d'équipes.

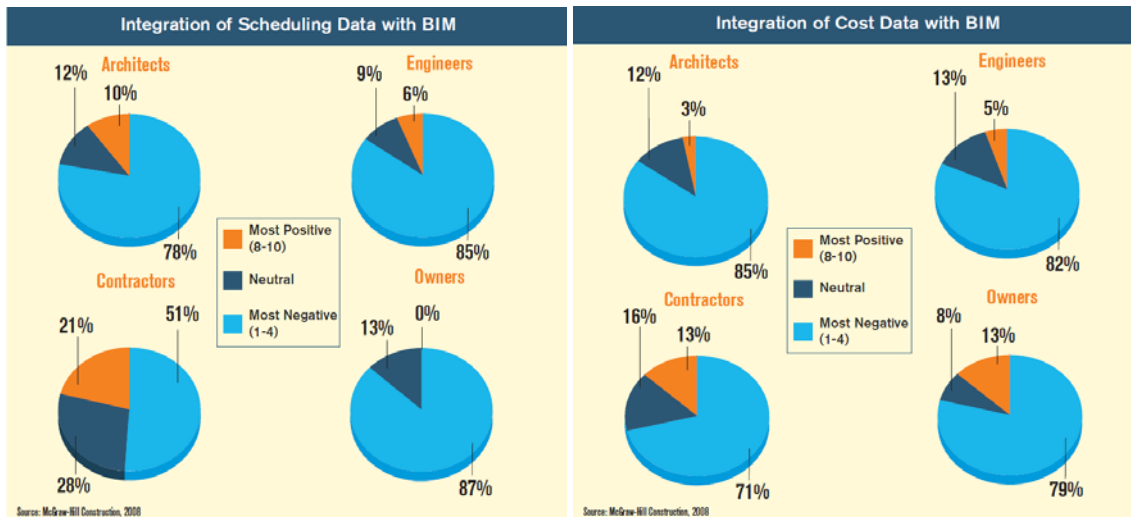


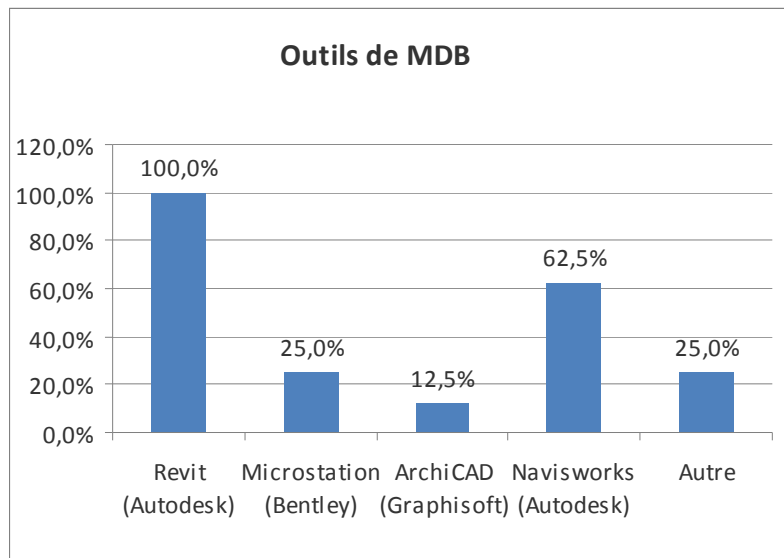
Figure 15 : Intégration des données liées aux échanciers et aux coûts avec la MDB (McGraw-Hill 2008)

Nos données montrent aussi l'intérêt des entrepreneurs pour la MDB comme outil de relevé des quantités et d'établissement des échanciers, et leur utilisation de cet outil pour ces mêmes tâches, qui est d'un niveau similaire aux données de McGraw-Hill. Bien que l'étude de McGraw Hill (2008) révèle que « les ingénieurs (82 %) et les architectes (85 %) sont les moins susceptibles d'utiliser l'estimation dans la MDB », nos données indiquent que les architectes utilisent le relevé des quantités plus que tout autre outil d'analyse. À la différence des données de McGraw-Hill, notre enquête indique que les architectes ne disent pas utiliser la MDB comme outil d'analyse énergétique.

#### f) Utilisation d'outils de modélisation MDB

Dans le but de mieux comprendre l'utilisation de la MDB dans les entreprises sélectionnées, nous avons demandé aux représentants de préciser l'utilisation principale de la MDB dans leur entreprise, ainsi que les logiciels utilisés. Les réponses montrent que l'utilisation principale de la MDB a pour but de créer et d'analyser des modèles, comme le rapportent 62 % des participants. De ces 62 %, tous les architectes utilisent la MDB à cette fin, ainsi que 50 % des entrepreneurs. Par contre, en recoupant ces résultats avec les résultats précédents concernant l'utilisation de la MDB par phase et par tâches, nous concluons que, jusqu'à maintenant, la MDB a été utilisée plus pour la modélisation que pour l'analyse. Tous les participants utilisent la MDB dans la phase de conception, mais moins de 37,5 % l'utilisent pour l'analyse complète.

Les logiciels les plus utilisés pour la modélisation sont présentés dans la figure 16.



Nos résultats ainsi que ceux de l'étude McGraw-Hill indiquent que Revit et Navisworks, d'Autodesk, sont les outils de MDB les plus utilisés. Selon nos données, 100 % des participants utilisent Revit et 60 % utilisent Navisworks.

Figure 16 : Logiciels de modélisation utilisés dans la MDB (étude canadienne)

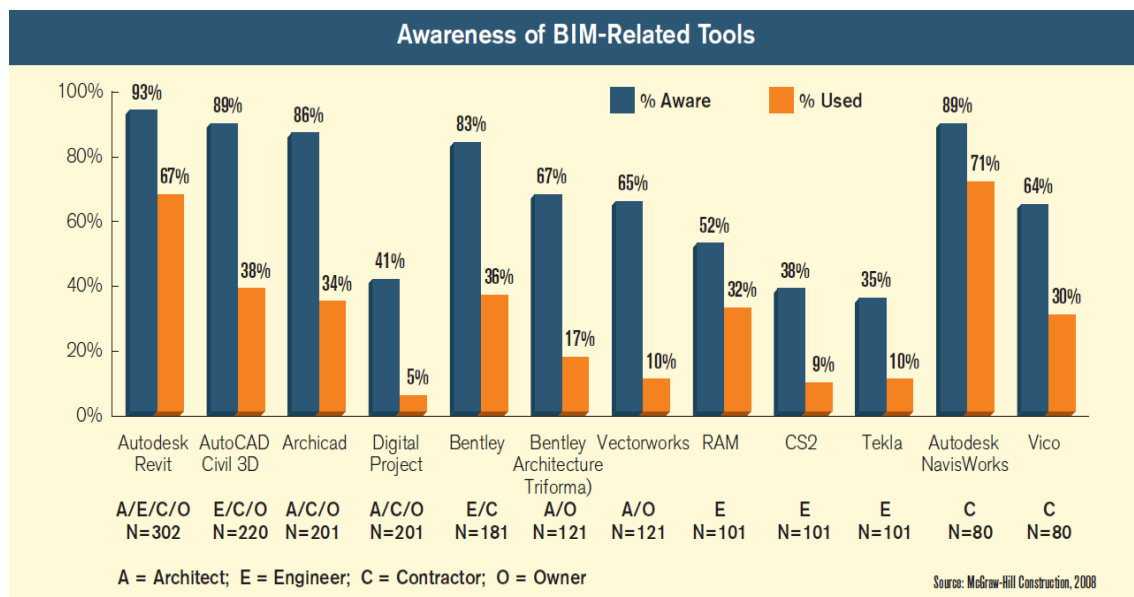
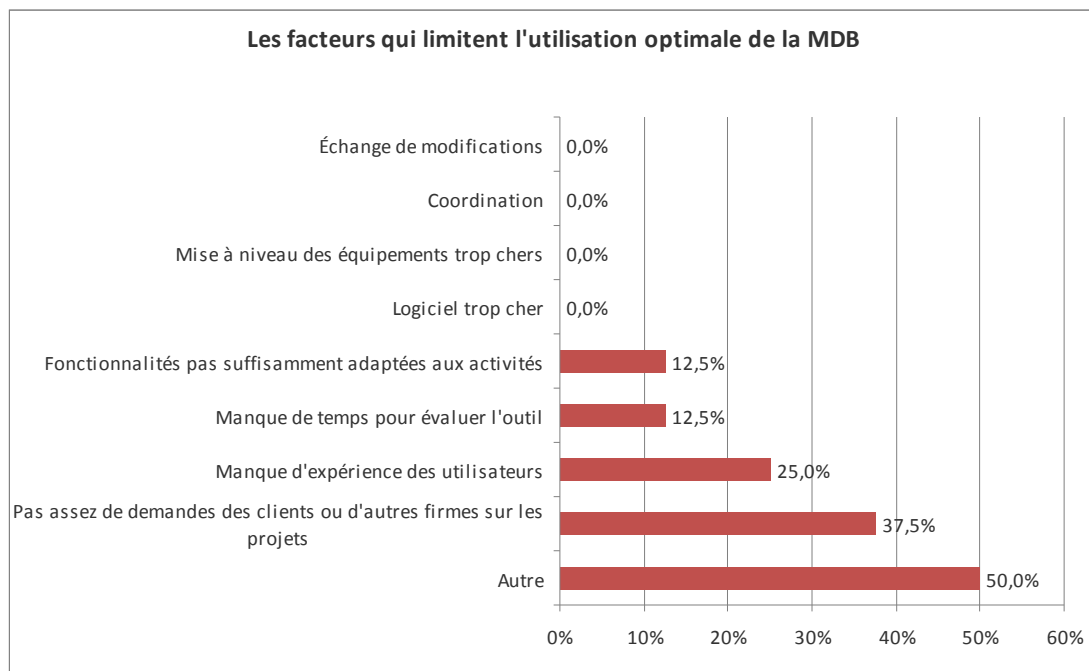


Figure 17 : Connaissance des outils de MDB (McGraw-Hill 2008)

Deux facteurs expliquent la préférence marquée pour Revit. Premièrement, le logiciel est moins cher que les autres, une entreprise n'a donc pas à investir des sommes énormes pour acheter et mettre à jour le logiciel, surtout quand le taux d'utilisation des outils de MDB est de moins de 10 %. Deuxièmement, la formation pour Revit est plus disponible et moins chère, il est donc plus facile d'amener les employés à utiliser la MDB. Navisworks est le deuxième logiciel le plus populaire parce qu'il aide à l'intégration des modèles et permet la détection des conflits.

### g) **Obstacles à l'adoption de la MDB**

Toutes les nouvelles technologies rencontrent des obstacles dans leur mise en œuvre avant d'être complètement acceptées. Les avantages que fournit une nouvelle technologie sont la clé de sa pleine mise en œuvre. Dans notre enquête, nous avons demandé aux participants d'évaluer l'utilisation de la MDB, d'identifier les facteurs qui limitent sa pleine utilisation, d'identifier les barrières rencontrées et d'évaluer l'impact de la mise en œuvre de la MDB sur les projets (Figure 18).



**Figure 18 : Facteurs limitant une pleine utilisation de la MDB (étude canadienne)**

Les facteurs qui limitent la pleine utilisation de la MDB varient d'un participant à l'autre, en fonction de leur expérience. Cela se reflète dans nos données, où la majorité des participants (50 %) ont fait part de facteurs autres que ceux proposés dans le questionnaire. Parmi ces autres facteurs, on retrouve :

- « *Les gens ont besoin de comprendre que c'est un processus, pas une technologie. Prendre conscience de ce que ça peut faire pour vous* »<sup>1</sup> ;
- « *Les consultants ne sont pas encore rendus là* »<sup>2</sup> ;
- « *Manque d'information et d'employés formés* »<sup>3</sup> ;

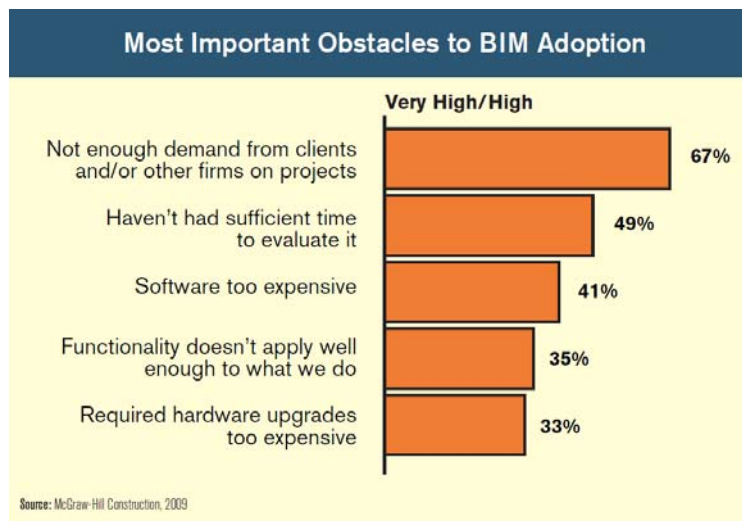
<sup>1</sup> "People need to understand this is a process and not technology. General awareness of what it can do for you."

<sup>2</sup> "Consultants are not up to speed yet"

- « *Manque de ressources internes* »<sup>4</sup>.

La figure 18 montre que les deux facteurs qui ont le plus d'influence sur la pleine utilisation de la MDB sont : 1) le manque de demandes pour la MDB de la part des clients ou d'autres firmes (37,5 % des participants), 2) le manque d'expérience des utilisateurs (25 % des participants).

Dans l'étude de McGraw-Hill (2009) (Figure 19), on voit que le manque de demandes de la part des clients et d'autres firmes est le facteur qui domine aussi. Ce manque serait donc un obstacle très important à l'adoption de la MDB.



**Figure 19 : Obstacles les plus importants à l'adoption de la MDB (McGraw-Hill 2009)**

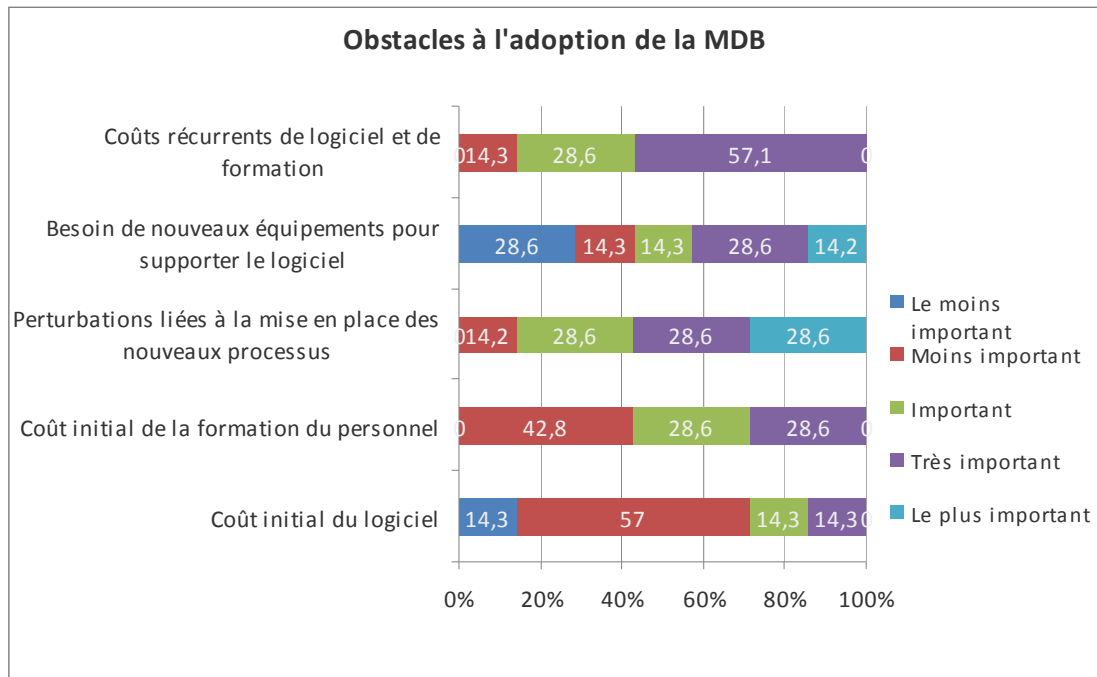
La pleine utilisation de la MDB pourrait être basée sur la maturité des parties impliquées dans un projet (client et partenaires) et la maturité ou l'expérience des employés (utilisateurs de la MDB). Ainsi, comme un des répondants l'a déclaré, c'est une question prise de conscience : « *Les gens ont besoin de comprendre que c'est un processus, pas une technologie. Prendre conscience de ce que ça peut faire pour vous* »<sup>5</sup>.

Les autres obstacles à l'adoption de la MDB ont été classés en cinq niveaux, du plus au moins important (Figure 20).

<sup>3</sup> "Lack of information and trained employees"

<sup>4</sup> "Lack of internal resources"

<sup>5</sup> "People need to understand this is a process and not technology. General awareness of what it can do for you."



**Figure 20 : Obstacles à l'adoption de la MDB (étude canadienne)**

Les ressources financières semblent avoir un impact important sur l'adoption de la MDB, surtout quand elles sont variables. La figure 20 montre que pour 57 % des répondants (50 % d'entrepreneurs), les coûts récurrents de la formation et du logiciel constituent un obstacle important, suivi par les coûts initiaux de la formation. Les coûts initiaux du logiciel ne semblent pas être un obstacle majeur à l'adoption de la MDB. Par contre, la perturbation créée par la mise en œuvre des nouveaux processus a été classée principalement dans les niveaux « important » et « très important », il faudrait donc la considérer comme un obstacle important à l'adoption de la MDB, tout comme les coûts récurrents de logiciel et de formation et les coûts initiaux de formation.

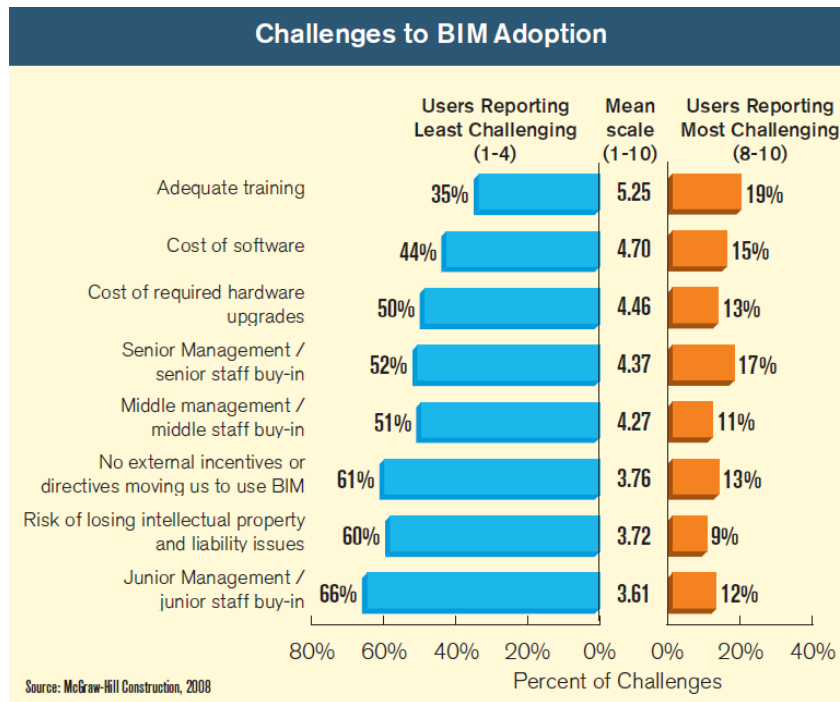
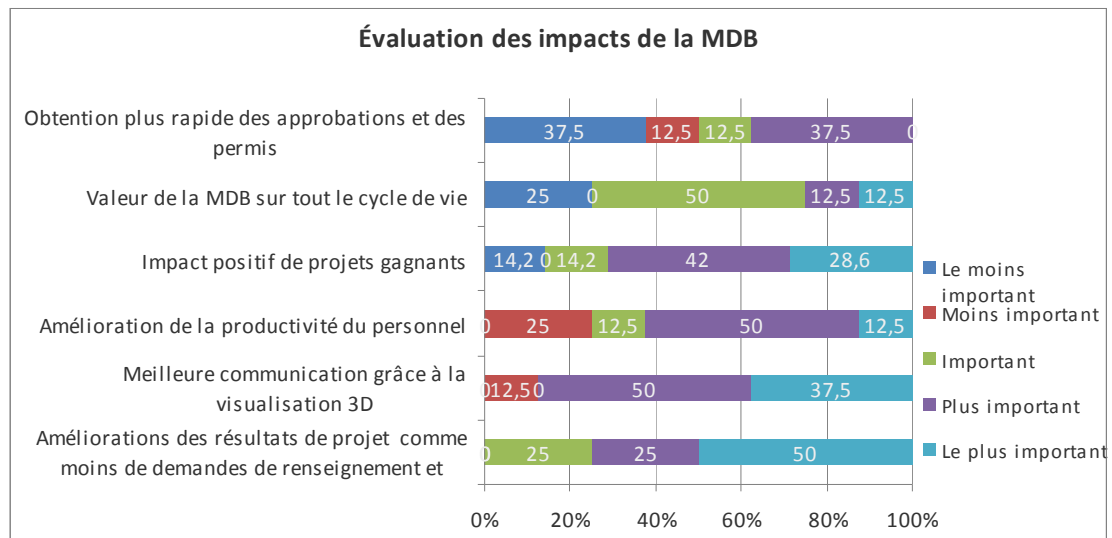


Figure 21 : Défis de l'adoption de la MDB (McGraw-Hill 2008)

Les données de McGraw-Hill (2008) indiquent qu'une formation adéquate, l'appui des gestionnaires, les coûts associés au logiciel et à l'équipement ainsi que le manque d'incitation externe sont les défis les plus importants à relever dans l'adoption de la MDB. Dans nos propres données, les obstacles liés aux coûts et les perturbations causées par la mise en œuvre sont en tête de liste. Ainsi, l'industrie est confrontée à des problèmes similaires dans les deux pays.

#### ***h) Bénéfices de la MDB***

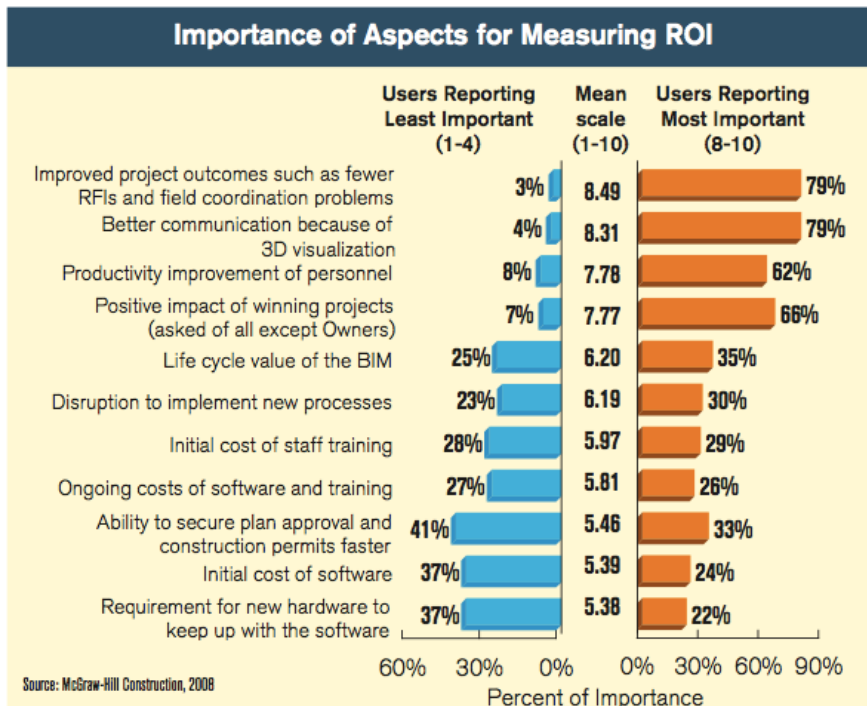
L'évaluation des impacts de la MDB sur les activités d'une entreprise démontre que plusieurs participants croient que la MDB apporte de nombreux bénéfices. La figure 22 montre comment les participants classent les bénéfices selon la valeur qu'ils ont dans le cadre d'un projet.



**Figure 22 : Évaluation de l'impact de la MDB (étude canadienne)**

Le rôle de la MDB dans l'amélioration des résultats de projet est le plus important des bénéfices, et ce, pour 50 % des participants (la plupart des entrepreneurs), alors que 25 % (tous des architectes) classent ce bénéfice comme très important. Une meilleure communication se classe en deuxième position, suivie de l'amélioration de la productivité du personnel. L'utilité sur le cycle de vie du bâtiment de la MDB est importante pour 50 % des participants, alors que l'évaluation des participants était divisée sur la question de la capacité de la MDB à permettre une obtention plus rapide de l'approbation des plans et des permis de construction.

L'étude de McGraw-Hill (2008) montre aussi que la MDB peut apporter un large éventail de bénéfices et présente l'évaluation de certains facteurs clés pour mesurer le rendement des capitaux investis (RCI) lorsqu'on utilise la MDB (figure 23).



**Figure 23 : Importance des facteurs pour mesurer le RCI (McGraw-Hill 2008)**

Les données de McGraw-Hill (2008) (figure 23) montrent que les entrepreneurs et les architectes mettent surtout l'accent sur l'amélioration des résultats de projet, puisque c'est le domaine qui les concerne le plus directement – la réduction des coûts associés à l'évitement des conflits, par exemple. Les entrepreneurs et propriétaires mettent surtout l'accent sur la meilleure communication parce que la visualisation en 3D que permet la MDB est la clé pour garder les propriétaires informés et les travailleurs sur le chantier au courant des tâches à accomplir. On peut aussi identifier des économies potentielles pendant la planification des travaux. Les entrepreneurs et les ingénieurs mettent surtout l'accent sur l'augmentation de la productivité du personnel. Une fois entrées, les données de MDB peuvent servir à plusieurs fins, offrant plus d'opportunités de concevoir plutôt que de dessiner. Les entrepreneurs peuvent aussi utiliser la MDB pendant la construction pour ajuster les horaires des ouvriers aux conditions du chantier. Les architectes et les ingénieurs mettent l'accent surtout sur l'utilité par rapport au cycle de vie du bâtiment. Les données créées lors des premières phases d'un projet MDB peuvent être utiles longtemps après que leur travail est effectué. La modélisation énergétique peut être utilisée pendant la conception, et les résultats analysés quand le bâtiment est terminé.

Pour les deux études, les bénéfices de la MDB liés à la productivité sont les suivants :

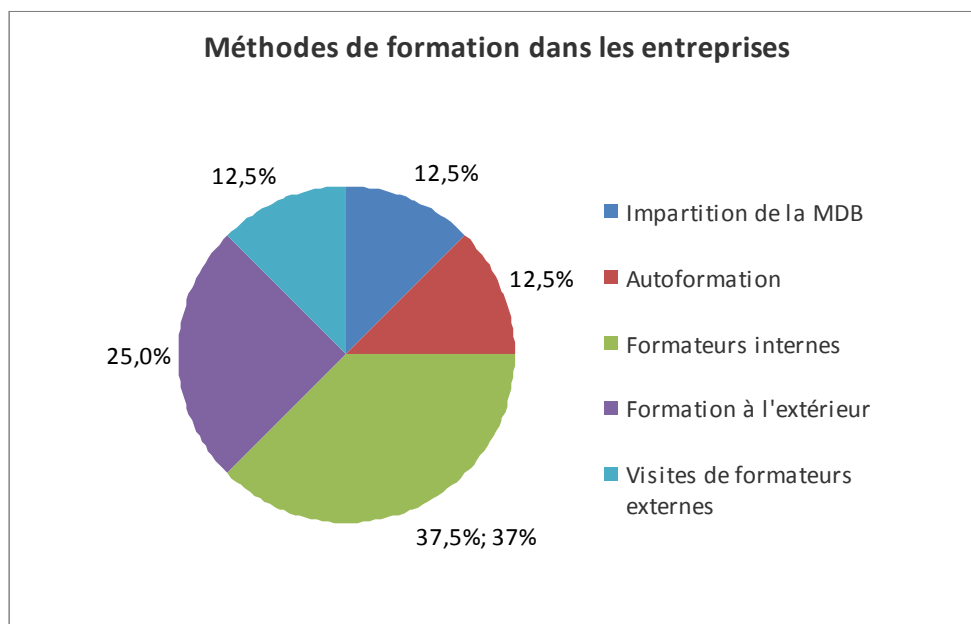
- La réduction des reprises (*rework*) est le bénéfice le plus important, selon les experts. Quatre experts sur cinq déclarent que ce bénéfice a une valeur « élevée » à « très élevée », alors que seuls 23 % des débutants font de même.



- Le potentiel d'augmentation de la productivité qu'offre la MDB se classe en tête de la liste des architectes sur les façons d'augmenter le retour sur les capitaux investis dans la technologie.
- Une réduction des conflits et des changements en cours de construction sont, selon les ingénieurs, parmi les raisons principales qui font que la MDB ajoute de la valeur à un projet.
- La détection des conflits et la réduction des reprises sont les raisons principales pour lesquelles les propriétaires disent que la MDB leur épargne temps et argent.

#### ***ij) Méthodes de formation dans les entreprises***

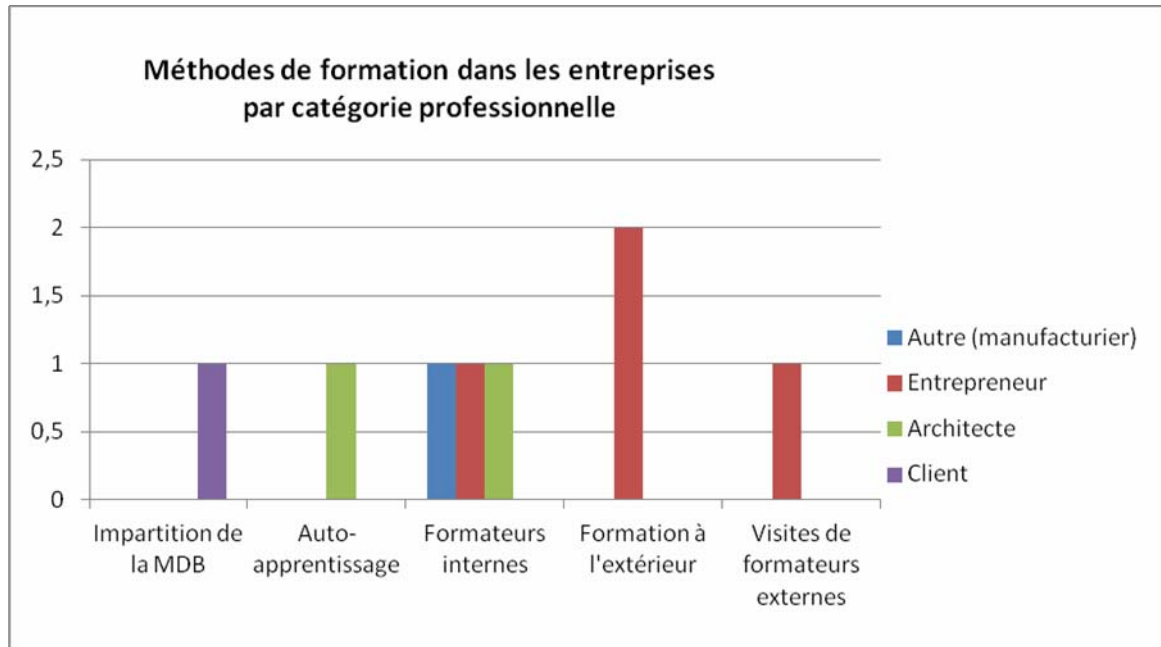
La formation est un élément clé dans la mise en œuvre complète de la MDB. Les participants à l'enquête pointent les « usagers inexpérimentés » comme un facteur qui limite la mise en œuvre de la MDB et classent les coûts élevés de la formation parmi les obstacles majeurs. Afin d'étudier cette question en profondeur, nous avons demandé aux participants d'évaluer le niveau de formation offert, de décrire les méthodes utilisées et de présenter à qui s'adressent ces formations (figure 24).



**Figure 24 : Méthodes de formation dans les entreprises (étude canadienne)**

Deux méthodes sont de loin les plus utilisées pour la MDB : la formation interne et la formation à l'extérieur. À elles deux, elles représentent 62,5 % des formations offertes. La formation interne est de fait la plus commune pour la MDB (37,5 %), suivie de la formation à l'extérieur, de

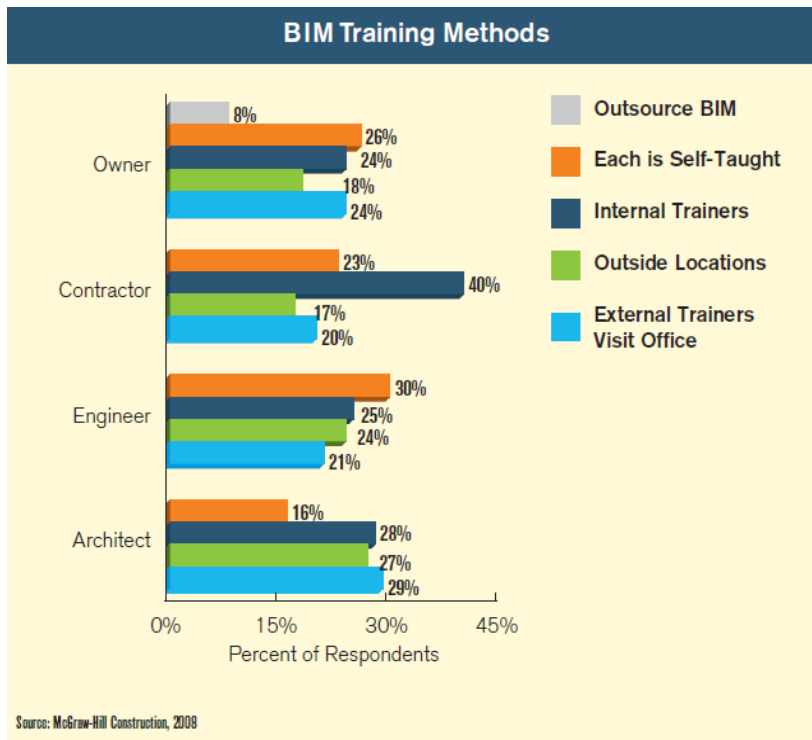
l'impartition de la MDB, de l'autoformation et des visites de formateurs externes. Plusieurs méthodes de formation sont parfois utilisées en même temps (figure 25).



**Figure 25 : Méthodes de formation dans les entreprises par catégorie professionnelle (étude canadienne)**

La figure 25 montre que les entrepreneurs adoptent plusieurs méthodes de formation, mais particulièrement la formation à l'extérieur. Les architectes mettent l'accent sur la formation interne et l'autoformation alors que l'impartition est la méthode fréquemment privilégiée par le client.

L'étude de McGraw-Hill (2008) indique que pour les architectes et les ingénieurs, les coûts initiaux de la formation du personnel sont le problème principal. Les coûts initiaux de la MDB peuvent être onéreux pour ces utilisateurs, particulièrement les petites firmes. Bien que la proportion des différentes méthodes de formation semble similaire pour chaque profession, l'impartition de la MDB n'est une option que pour les propriétaires (figure 26). La formation interne est particulièrement populaire chez les entrepreneurs (40 %).



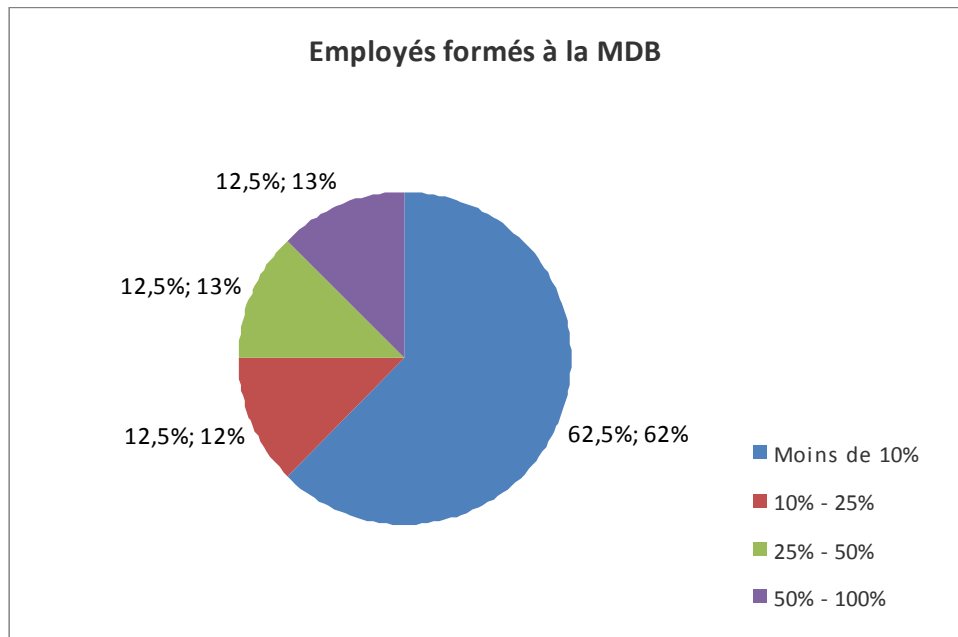
**Figure 26 : Méthodes de formation pour la MDB (McGraw-Hill 2008)**

Quand nous comparons les entreprises américaines aux adopteurs précoces canadiens, nous voyons que le pourcentage d'employés autodidactes est plus grand et que l'autoformation est une approche fréquente pour toutes les disciplines, aux États-Unis. Au Canada, la formation interne est préférée. Dans une industrie où la MDB est plus utilisée, comme aux États-Unis, il est possible que les employés se sentent plus obligés de s'équiper pour faire face à la technologie, alors que si elle est moins utilisée, comme c'est le cas au Canada, il y a moins d'incitatifs à l'autoformation.

#### ***j) Proportion des employés formés à la MDB***

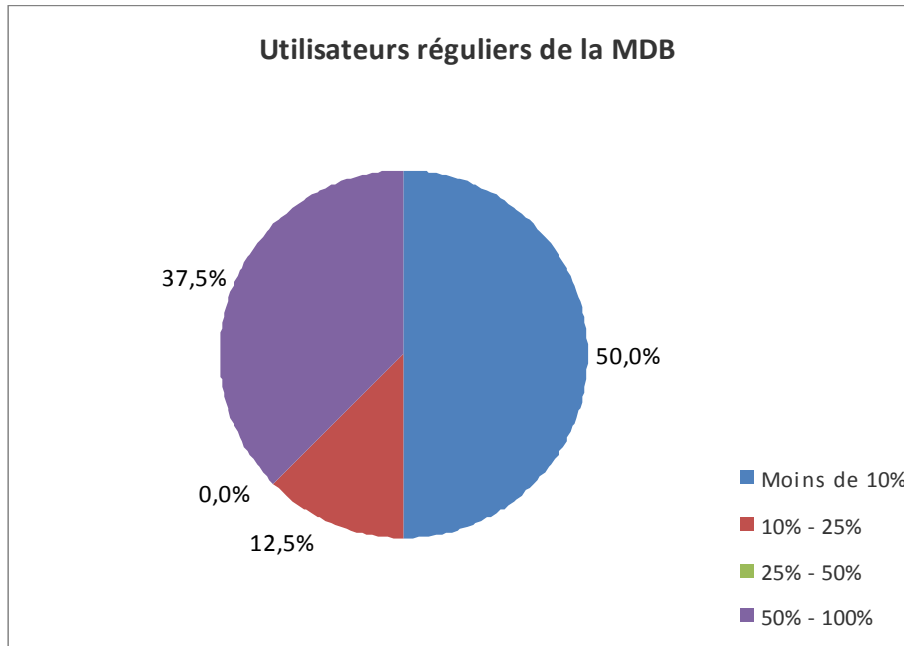
Quand les niveaux de formation entre l'étude de McGraw-Hill et notre enquête sont comparés, on voit que les utilisateurs américains sont mieux formés que leurs pairs canadiens.

Nos données montrent que certaines entreprises sont conscientes de l'importance de la formation pour une meilleure mise en œuvre de la MDB et offrent des possibilités de formation à l'interne ou à l'extérieur. Malgré ces efforts et une volonté d'améliorer les compétences de leurs employés pour augmenter leur avantage concurrentiel, le nombre d'employés formés demeure bas. Nous avons trouvé un très petit nombre d'employés formés à la MDB (figure 27), et parmi ce petit nombre, un faible pourcentage utilise la MDB sur une base régulière (figure 28).



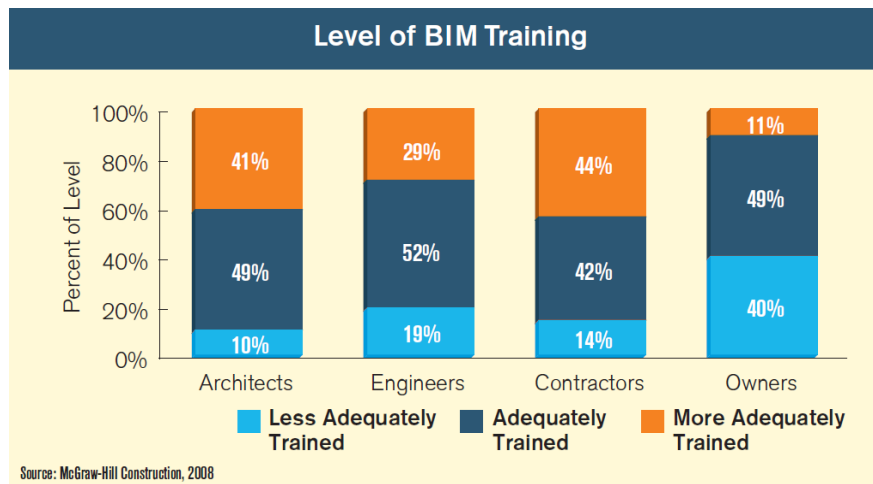
**Figure 27 : Proportion d'employés formés à la MDB (étude canadienne)**

Le pourcentage d'employés formés à la MDB est de moins de 10 % pour 62,5 % des participants. De plus, le nombre d'employés formés qui utilisent des outils de MDB quotidiennement est aussi bas. La figure 28 montre que seulement 37,5 % des participants ont indiqué que les employés formés sont considérés comme des utilisateurs réguliers, c'est-à-dire qu'ils utilisent la MDB de 50 à 100 % de leur temps, alors que 50 % des employés formés utilisent la MDB moins de 10 % du temps. Et ces chiffres sont de la part d'entreprises considérées adopteurs précoces de la MDB.



**Figure 28 : Utilisateurs de la MDB sur une base régulière (étude canadienne)**

La situation aux États-Unis est très différente. Les pourcentages combinés de professionnels « adéquatement » et « plus qu'adéquatement » formés à la MDB, selon l'étude de McGraw-Hill (2009), sont de 90 % chez les architectes, 81 % chez les ingénieurs, 86 % chez les entrepreneurs et 60 % chez les propriétaires. Le niveau de formation moyen le plus élevé se trouve chez les architectes et entrepreneurs, alors qu'il est le plus bas chez les propriétaires (figure 29).



**Figure 29 : Niveau de formation à la MDB (McGraw-Hill 2009)**

L'analyse précédente montre que les efforts effectués pour améliorer l'apprentissage de la MDB n'entraînent pas automatiquement de véritables conséquences, comme une utilisation plus importante de la MDB. La formation à la MDB se confronte encore à de nombreux problèmes.

Le problème le plus sérieux soulevé par les participants est que les coûts de formation sont difficiles à justifier à cause de leur utilisation réduite de la MDB. Vient ensuite le problème de la résistance des individus et de leur hésitation à apprendre, particulièrement dans le personnel plus âgé. Finalement, bien que la majorité des utilisateurs de la MDB soient des professionnels, le manque de compétence est considéré comme un obstacle majeur à la formation. Les problèmes de formation se situent aussi au niveau de la mise en œuvre : méthodes insuffisantes, qualité inégale des formations offertes et temps alloué (insuffisant pour un apprentissage en profondeur ou compétences de MDB trop longues à maîtriser).

***k) Valeur de la MDB aujourd'hui et dans cinq ans***

Afin de mieux comprendre les bénéfices à tirer de la MDB, nous avons demandé aux participants d'évaluer la valeur actuelle de la MDB dans leur pratique et les bénéfices qu'ils croient pouvoir en tirer dans cinq ans (figure 30).

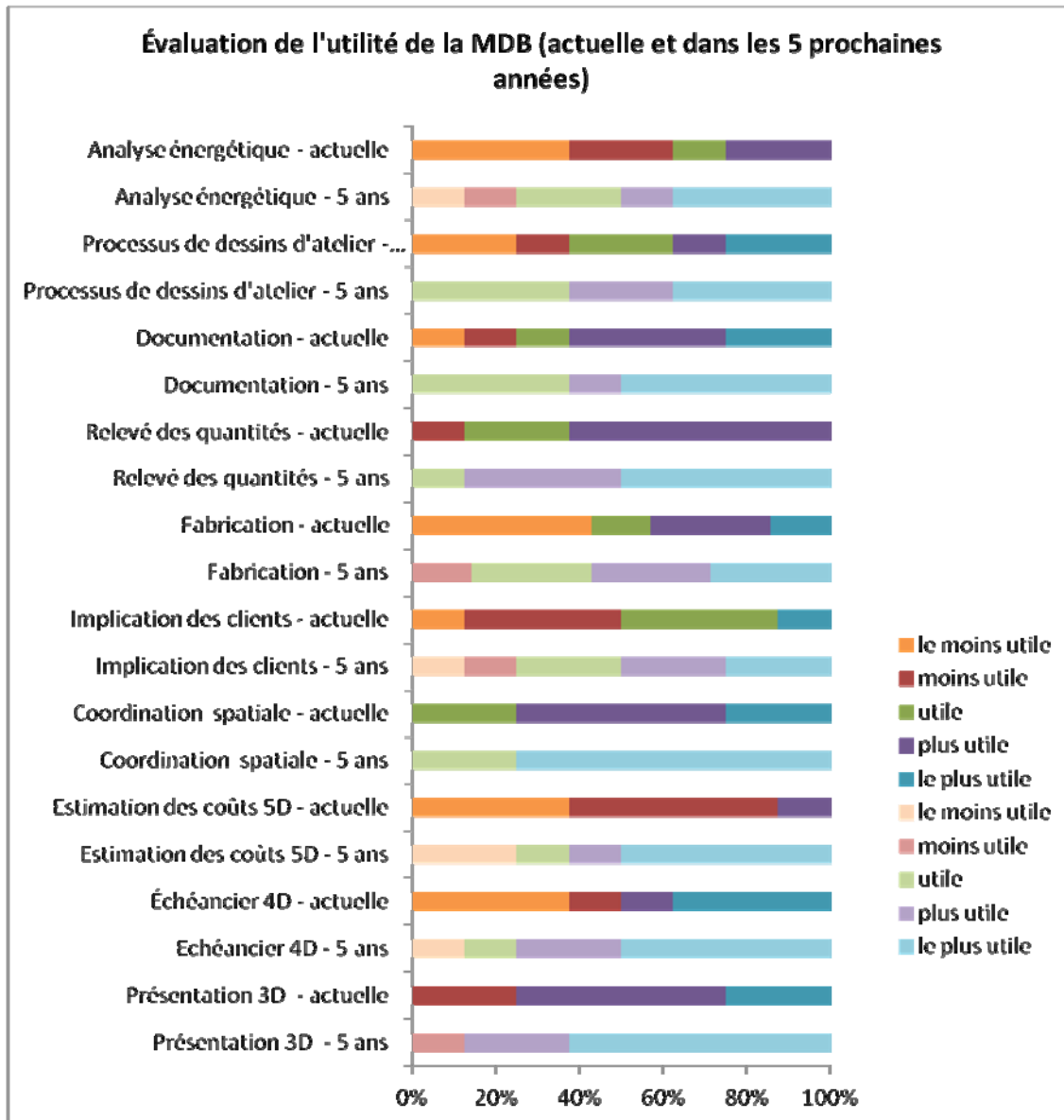


Figure 30 : Valeur perçue de la MDB, aujourd'hui (couleurs foncées) et dans cinq ans (couleurs pâles)

L'application d'outils de MDB apporte de nombreux avantages pour les tâches de projet. L'évaluation par les participants des utilisations ayant la plus grande valeur aujourd'hui est résumée ci-dessous :

- La fonction d'établissement d'échéanciers 4D est jugée à la fois comme étant celle ayant le plus de valeur (37,5 %) et le moins de valeur (37,5 %). Cette polarisation des jugements est peut-être liée au fait que cet outil de MDB n'est pas encore bien connu des utilisateurs.
- Le relevé des quantités est l'utilisation ayant la plus grande valeur (62 % des participants).

- La représentation/visualisation 3D et la coordination spatiale ont une valeur importante pour 50 % des participants et très importante pour 25 % d'entre eux. La documentation se classe aussi très bien dans les valeurs importantes et très importantes (37 et 25 %, respectivement).

Les participants s'attendent à ce que l'amélioration des outils de MDB ait un réel impact sur plusieurs tâches de projet au cours des cinq prochaines années (figure 30) :

- L'utilisation de la MDB dans les tâches de coordination spatiale et de visualisation 3D demeurera là où l'impact de la MDB a la plus grande valeur.
- L'utilisation de la MDB pour l'établissement des échéanciers 4D et les tâches d'estimation 5D est perçue comme le domaine où la MDB aura potentiellement le plus de valeur à l'avenir (50 % des participants prédisent une valeur importante).
- L'utilisation de la MDB pour l'analyse énergétique, les dessins d'atelier et la documentation verra sa valeur augmenter.

Selon l'étude de McGraw-Hill (2009), c'est dans des « projets mieux conçus » que la valeur perçue de la MDB sera la plus élevée dans cinq ans pour l'industrie américaine (figure 31). La réduction des risques et une meilleure prédictibilité des résultats de projets, suivies par la préfabrication de pièces plus grandes et plus complexes arrivent en deuxième et troisième place respectivement.



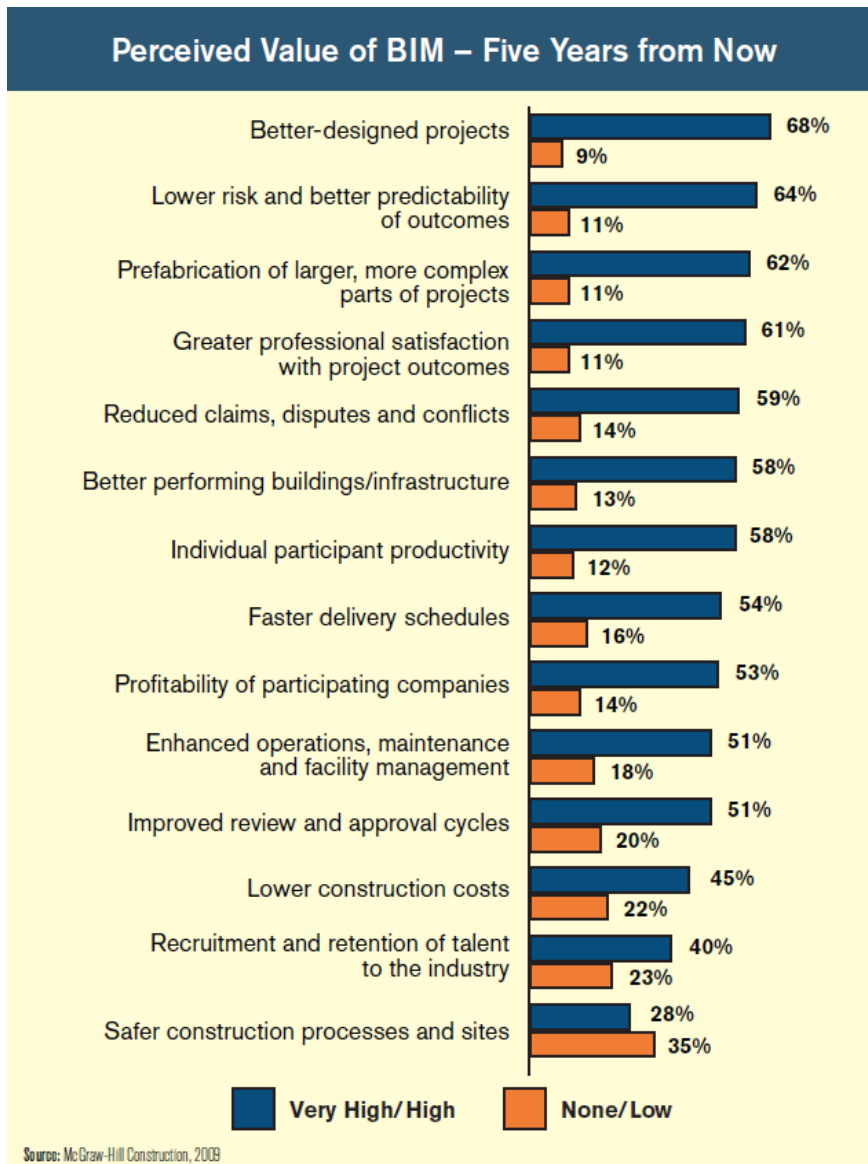


Figure 31 : Valeur perçue de la MDB dans cinq ans (McGraw-Hill 2009)

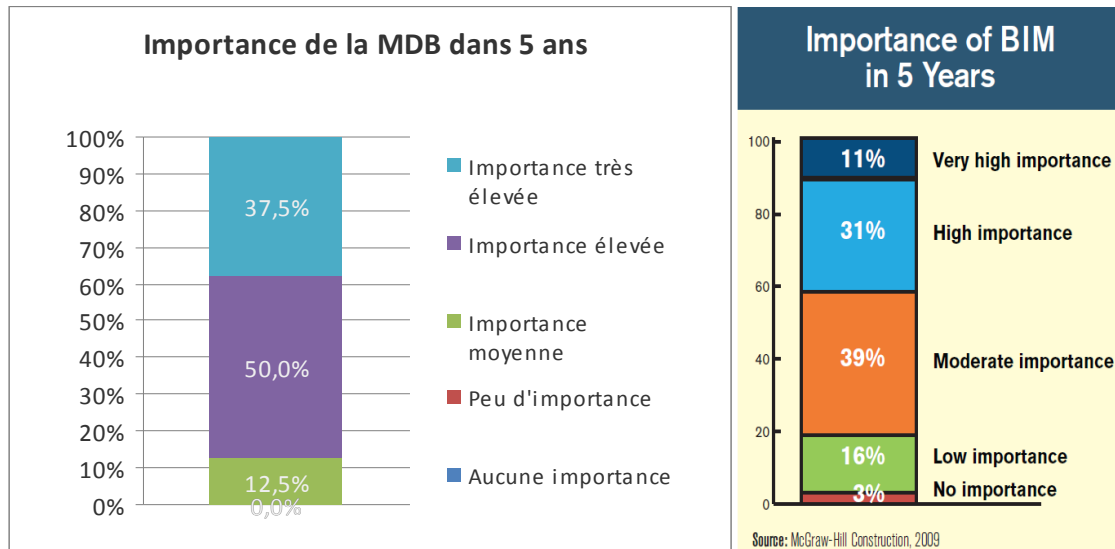
Selon les experts américains consultés (McGraw-Hill 2009), les tendances émergentes dans le développement de la MDB sont :

- L'implication des clients (72 % des experts) ;
- La fabrication d'équipement en atelier (54 % des experts) ;
- Le relevé des quantités (52 % des experts) ;
- La diminution du temps consacré à la documentation et l'augmentation du temps consacré à la conception ;

- Le processus de création des dessins d'atelier ;
- L'estimation des coûts.

### ***1) Importance de la MDB dans cinq ans***

Les participants à notre enquête évaluent globalement que la MDB aura une importance allant de « moyenne » à « très élevée » dans cinq ans (figure 32).



**Figure 32 : Importance de la MDB dans cinq ans (à gauche, nos données ; à droite, McGraw-Hill 2009)**

50 % des participants ont indiqué que la MDB aura une importance élevée, alors que 37,5 % ont indiqué que la MDB aura une importance très élevée. Dans l'étude de McGraw-Hill (2009), 81 % des participants jugent que l'importance de la MDB dans cinq ans sera très élevée, élevée ou modérément élevée. Dans notre échantillon, 100 % des participants ont émis le même jugement.

Notre enquête et l'étude de McGraw-Hill (2009) confirment clairement que les industries canadienne et américaine démontrent un grand intérêt envers la MDB et croient fermement en ses bénéfices. Ces résultats indiquent qu'à l'avenir, la MDB sera de plus en plus intégrée aux pratiques de l'industrie.

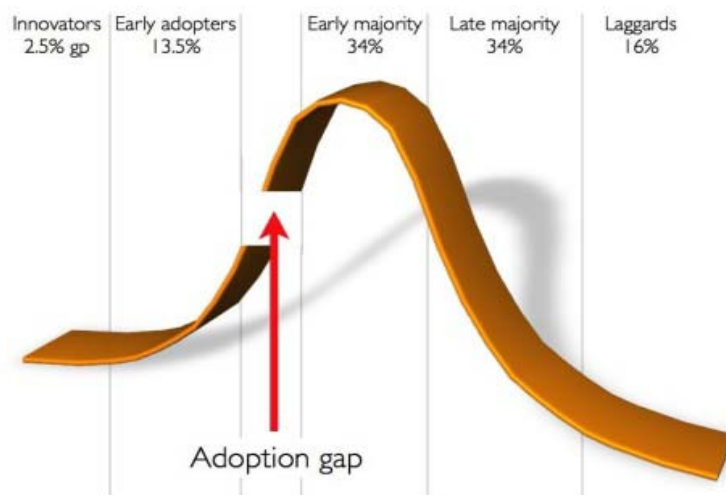
## **4.2 Discussion**

Bien que notre échantillon soit beaucoup plus petit que ceux des études de McGraw-Hill (2008, 2009), la comparaison présentée ici nous aide à situer les adopteurs précoces de la MDB au Canada par rapport à la réalité de l'industrie américaine. Des similitudes et des différences ont été identifiées. Les deux études démontrent qu'on accorde une grande valeur à la MDB et à l'amélioration des performances qu'elle peut entraîner. De chaque côté de la frontière, les industries déclarent leur volonté de mieux intégrer la MDB dans leurs pratiques. L'adoption de la MDB aux États-Unis semble plus poussée, comme en témoignent l'utilisation plus équilibrée

dans toutes les phases de projet et par toutes les disciplines, l'emploi d'une grande variété d'outils d'analyse MDB et la plus grande importance accordée à la formation. Les clients interrogés par McGraw-Hill sont plus impliqués dans l'adoption de la MDB que les clients canadiens, pour qui l'implication semble nécessiter un effort intense.

Un leadership fort des clients publics aux États-Unis explique en partie l'écart important de l'adoption de la MDB avec l'industrie canadienne.

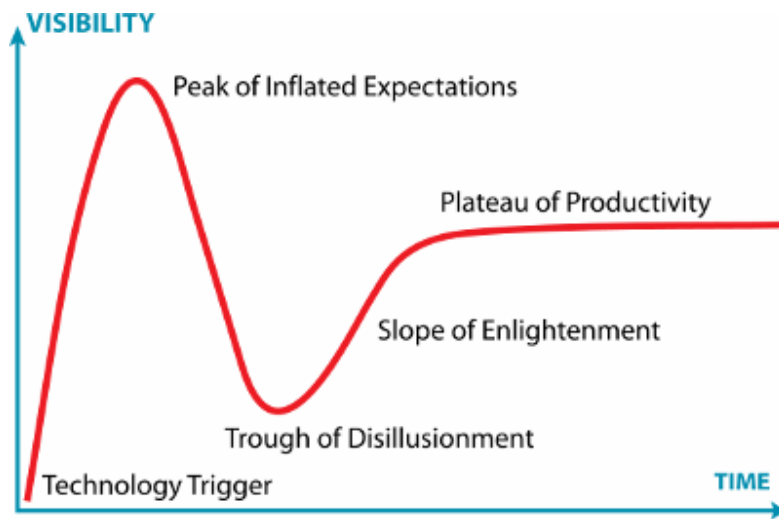
Toutefois, la situation pourrait être beaucoup plus sérieuse. C'est le domaine dans lequel la recherche sur la gestion du changement est née. Deux théories décrivent le processus dans lequel une technologie est adoptée dans un échantillon de population: Rogers (Rogers, 1995) décrit ce processus comme une courbe normale (figure 33) qui se divise en cinq groupes soit les innovateurs, les adopteurs précoces, la majorité hâtive, la majorité tardive et les retardataires. Moore et Dainty (2001) bonifie cette théorie avec la notion d'écart d'adoption (*chasm*), qui doit être franchie pour une adoption réussie d'une nouvelle technologie.



**Figure 33 : Technology Adoption Curve (Moore 1991)**

La comparaison de notre enquête canadienne avec l'enquête américaine a révélé quelques faits inquiétants sur l'élargissement de l'écart entre notre industrie et celle de nos voisins américains ainsi que sur notre capacité à la rattraper. Comme l'indique la figure 34, l'introduction de nouvelles technologies, en particulier les technologies qui sont configurables et qui nécessitent d'importants changements au niveau des pratiques et des relations entre les acteurs, suit un cycle de « montagnes russes » (Gartner, 2011).

Contrairement à notre industrie, nos voisins ont franchi ce fossé d'adoption (figure 34) avec un degré d'adoption de près de 50% en 2009, estimant l'adoption de la MDB comme un excellent retour sur investissement. En outre, ces études indiquent que le taux d'adoption de la MDB tend à s'accélérer.



**Figure 34 : Courbe de déploiement technologique (Groupe Gartner 2011)**

Les nouvelles technologies soulèvent des attentes élevées en promettant des améliorations qui justifient les investissements. Nous constatons récemment une augmentation substantielle d'activités et d'événements vantant les avantages de la MDB. Cependant, une mise en œuvre réussie exige souvent des changements radicaux au niveau de la structure organisationnelle et des fonctions en plus de nécessiter une courbe d'apprentissage importante. De plus, ces technologies sont de nature générique et posent certaines limitations lorsqu'elles sont exploitées dans certains contextes organisationnels. Par exemple, le logiciel de MDB privilégié par l'industrie présente des limites importantes au niveau de la taille du projet qui peut être supporter. En outre, les différentes composantes du logiciel n'ont pas atteint le même niveau de maturité. Par exemple, l'utilisation de Revit (le logiciel de MDB le plus populaire en Amérique du Nord) pour les systèmes MEP (dont le développement est moins mature), les utilisateurs sont confrontés à de nombreux problèmes d'intégration. Les ajustements requis ne sont pas aisés et il y a une baisse de confiance dans l'atteinte des résultats escomptés. C'est dans ce contexte que nous observons cet "écart technologique." L'industrie ou bien les organisations doivent avoir un élan suffisant (*momentum*) pour diminuer cet écart, ajuster les pratiques et avoir un contrôle sur les technologies, supprimant ainsi les barrières d'adoption.

Toutefois, les conditions requises pour assurer un élan suffisant en vue d'amener notre industrie à diminuer cet écart ne semblent pas toutes présentes au Canada. Trois moteurs du changement semble avoir été décisifs pour surmonter l'inertie de l'industrie des États-Unis : (1) l'imposition de la MDB par les grands clients du secteur public, (2) le comportement des

acteurs dans la chaîne d'approvisionnement qui ont choisi de mettre de côté leurs différences afin de soutenir une nouvelle organisation du travail centrée sur les pratiques intégrées, et (3) l'appui de la recherche académique qui a contribué à développer et à transférer les nouvelles connaissances dans ce domaine aux clients et à l'industrie. En résumé, quoique la MDB ait été adoptée avec succès aux États-Unis, il y a un risque que l'industrie canadienne ne puisse être en mesure de surmonter cet écart si elle n'obtient pas l'aval des clients publics ainsi que le soutien de la recherche et des associations professionnelles.

La mise en œuvre de la MDB exige un effort soutenu pour en maximiser les bénéfices. Le tableau 3 présente les résultats clés de notre enquête, sous forme d'analyse des forces, faiblesses, possibilités et menaces (F.F.P.M.) qui influencent l'utilisation de la MDB.

**Tableau 3 : Analyse F.F.P.M. de l'adoption de la MDB, selon les entreprises sélectionnées dans l'étude canadienne**

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La zone d'activité influence le degré d'adoption de la MDB, particulièrement l'activité internationale.</li> <li>• La majorité des professionnels s'entendent pour dire que l'utilisation actuelle de la MDB se limite surtout à quelques tâches précises, tels que le relevé des quantités et la détection des conflits.</li> <li>• La MDB permet une meilleure coordination et une meilleure communication.</li> <li>• Il est essentiel d'investir dans la formation : les entreprises mettent l'accent sur la formation (37,5 % offrent une formation interne).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La MDB est encore peu utilisée, dans pas plus de 25 % des projets.</li> <li>• La MDB n'est utilisée que pour une ou deux tâches, et non pour toutes les phases d'un projet.</li> <li>• La MDB est encore considérée comme un outil de modélisation.</li> <li>• Les professionnels travaillent encore en silo.</li> <li>• Une formation générale n'est pas suffisante pour mettre en œuvre la MDB ; le temps, le budget et le contenu ne sont pas encore bien définis. Les méthodes de formation devraient être bien définies dès le début, en fonction du besoin d'utiliser le temps et l'argent de façon efficace.</li> <li>• Les utilisateurs inexpérimentés sont encore un grand défi. Les utilisateurs doivent être motivés, engagés et avoir la capacité d'apprendre.</li> </ul>

<b>Possibilités</b>	<b>Menaces</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Les professionnels sont au courant des difficultés de la mise en œuvre de la MDB.</li><li>• Les professionnels accordent une valeur importante à la MDB.</li><li>• Les professionnels reconnaissent l'importance de la MDB dans l'amélioration des performances, dans un futur proche (« grande importance » pour 50 % des participants et « très grande importance » pour 37,5 %).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La mise en œuvre de la MDB est liée aux demandes du marché et à la volonté du client. Le client joue un rôle essentiel en encourageant la pleine utilisation de la MDB à travers ses critères de sélection. Cela augmenterait la demande pour les utilisateurs et l'offre de formation.</li><li>• La MDB est encore considérée comme un outil, pas un processus.</li></ul>

---

## **5 Analyse de l'adoption de la MDB chez les adopteurs précoces canadiens**

Dans cette section, nous présentons les résultats du volet qualitatif de l'enquête, basé sur des entretiens semi-structurés avec des adopteurs précoces. Ces entretiens se sont concentrés sur les expériences de ces entreprises novatrices dans la mise en œuvre de la MDB et sur leurs stratégies pour augmenter l'adoption de la MDB dans leurs projets. Les entretiens ont été analysés pour évaluer spécifiquement : 1) l'expérience avec la MDB pour chaque discipline ; 2) les bénéfices et défis de la MDB ; 3) la formation pour la MDB ; 4) les problèmes organisationnels et procéduraux ; 5) les problèmes techniques ; 6) la mesure des résultats.

### **5.1 Expérience avec la MDB**

La plupart des entreprises qui ont participé à l'enquête utilisent la MDB depuis deux à quatre ans. Dans certains cas, l'adoption de cette technologie est accompagnée de la création de nouveaux postes, comme directeur ou gérant de la MDB. Toutes les entreprises participantes ont commencé leur utilisation de la MDB avec des projets sélectionnés, plutôt qu'en se dotant d'un plan stratégique de mise en œuvre. Bien que l'expérience de la MDB diffère d'une entreprise à l'autre, nous avons observé que l'atteinte d'une certaine maturité dans l'utilisation de la MDB dépend tout d'abord des clients et des propriétaires (secteur public ou privé), ensuite du type de contrat, du choix des consultants et des entrepreneurs, et de l'implication de la chaîne logistique dans le processus de création de modèle.

Toutes les entreprises participantes avaient un niveau différent d'expérience avec la MDB et une vision différente sur la façon de faciliter l'adoption de la MDB à l'interne. Ces différences étaient fortement liées au rôle particulier qu'elles jouent dans la chaîne logistique. Dans cette section, nous décrivons l'expérience de chaque discipline dans la chaîne logistique concernant l'utilisation de la MDB.

#### **La perspective des propriétaires et des clients**

Selon l'étude de McGraw-Hill (2009), les propriétaires sont ceux qui ont le plus de retard dans l'adoption de la MDB. Paradoxalement, selon le rapport du National Institute of Standards and Technology (NIST) sur les coûts de l'interopérabilité (Gallagher et Chapman 2004), ils sont ceux qui pourraient bénéficier le plus de la MDB. Les erreurs et inexactitudes sont plus préoccupantes pour eux que pour tous les autres utilisateurs. Les erreurs peuvent engendrer d'importants coûts futurs, et même des problèmes de sécurité.

Les utilisations les plus fréquentes de la MDB chez les propriétaires sont (McGraw-Hill 2009) :

- la visualisation 3D pour communiquer avec toutes les parties ;

- l'examen des modèles dans un environnement collaboratif en présence de partenaires multiples ;
- l'analyse de la détection des conflits en collaboration avec les autres disciplines.

Les propriétaires et les clients ont évidemment un impact majeur sur l'adoption de la MDB dans leurs projets. Aux États-Unis, lorsque de nombreuses agences gouvernementales ont rendu le recours à la MDB obligatoire, le taux d'adoption de la MDB a considérablement augmenté. Nos entretiens avec de nombreux consultants et entrepreneurs confirment ce rôle central des propriétaires, particulièrement ceux des secteurs parapublic et privé.

*La maturité dans l'utilisation de la MDB dépend du client, du choix des consultants, des contrats et de l'expérience.<sup>6</sup> (Architecte, Busby Perkins + Will)*

Nous avons remarqué que l'expérience avec la MDB est plus développée dans les secteurs privé et parapublic (éducation et santé) que dans le secteur public. Les décideurs du secteur privé commencent à apprécier le rôle crucial de la technologie dans la réponse aux demandes du marché de la construction. Le secteur privé a plus de flexibilité et s'adapte au changement plus facilement.

*Il y a des clients, comme (secteur semi-public), qui sont très avancés en ce moment à réfléchir sur comment ils vont intégrer le BIM dans leurs projets. Ils ont fait déjà des projets pilotes qui ont échoué. Donc, on est déjà rendus à certains écueils avec le BIM. (Développeur, ArchiDATA)*

Par ailleurs, le secteur public est plus centré sur une approche administrative, où l'utilisation de la MDB n'est pas une priorité, mais seulement une des nombreuses responsabilités. Sa mise en œuvre est longue, et requiert plus de personnel et beaucoup d'efforts.

*Ce qui nous manque un peu, c'est le gouvernement en tant que tel et ça, c'est très fermé. Ils ne sont absolument pas ouverts à l'impartition de services. Ils ont des solutions maison et sont très réfractaires au changement. (Développeur, ArchiDATA)*

*L'implantation BIM est une préoccupation parmi plusieurs pour [...]. Ça demande beaucoup d'efforts logistiques (des machines plus performantes) et personnels. Surtout des décisions administratives à prendre. (Client du secteur public, SIQ)*

Quelques-uns des partenaires en aval ont souligné que leur adoption de la MDB a été motivée en partie par les demandes des propriétaires.

*Premièrement, si vous n'êtes pas capables de passer du BIM dans un projet comme ça, vous ne serez pas sélectionnés. Si vous n'êtes pas capables de prouver que vous maîtrisez la technologie, ils vont vous dire « il y a un BIM requirements » puis, aussi, ils vont vous dire « il faut que vous soyez capables*

---

<sup>6</sup> "Maturity of BIM use depends on the client, selections of consultants, contract, and experience."



*de fournir ça, ça, ça en tel ou tel format. Puis si tu n'es pas capable, oublie ça. » (Manufacturier, Groupe Canam)*

### **La perspective des architectes et des ingénieurs**

Selon les études de McGraw-Hill, les architectes sont les plus grands utilisateurs de la MDB. Les ingénieurs, de leur côté, sont moins enclins à l'adopter. Ils perçoivent un manque de directives ou d'incitatifs externes les motivant à utiliser la MDB. Les architectes et les ingénieurs sont aux prises avec un risque de perte de propriété intellectuelle et des problèmes de responsabilité légale. Ils se soucient de questions telles que la propriété du modèle après sa distribution et leur responsabilité pour des changements faits par de tierces parties. Un débat sur la propriété du modèle d'un projet fait rage parmi les utilisateurs depuis quelques années. Les entreprises qui « isolent » leur travail de MDB à l'interne – qui ne partagent pas leurs données – évitent la plupart de ces problèmes. Par contre, à mesure que les équipes deviennent de plus en plus intégrées, il est possible que plus de questions concernant la responsabilité légale fassent surface.

Les utilisations les plus fréquentes de la MDB chez les architectes sont (McGraw-Hill 2009) :

- La visualisation 3D pour communiquer avec toutes les parties ;
- L'augmentation du temps consacré à la conception ;
- La réduction du temps consacré à la documentation des contrats.

Les utilisations les plus fréquentes de la MDB chez les ingénieurs sont (McGraw-Hill 2009) :

- La visualisation 3D pour communiquer avec toutes les parties ;
- L'augmentation du temps consacré à la conception ;
- L'examen des modèles dans un environnement collaboratif en présence de partenaires multiples.

Les architectes et ingénieurs participants étaient pleinement engagés dans la MDB, bien que le degré de détails et l'étendue de la modélisation varient d'un projet à l'autre. Dans certains cas, le degré de complexité d'un projet peut limiter l'utilisation de la MDB. La construction en régime accéléré peut aussi avoir un impact. Dans l'ensemble, les architectes préféreraient utiliser la MDB dans tous leurs projets et sont conscients que les choses iraient mieux si tous les partenaires de la chaîne logistique étaient impliqués.

*Les architectes adorent la 3D. Ils veulent passer en 3D dès le début.<sup>7</sup>  
(Architecte, Busby Perkins + Will)*

---

<sup>7</sup> "Architects love to get 3D. We want to go 3D right from the get go."

Busby Perkins + Will a une perspective unique, puisque cette firme a décidé en 2006 d'adopter pleinement la MDB dans tous ses projets. Cette transition a été amorcée par le siège social aux États-Unis et présentée comme une décision stratégique afin de se doter d'un avantage concurrentiel. Ils ont atteint le stade où ils sentent qu'il est plus productif de travailler ainsi (avec Revit et la MDB), même si les autres consultants n'utilisent pas la MDB. Leur degré de confiance et de confort avec les outils et la connaissance de la MDB est maintenant très élevé. Ils attribuent leur succès aux faits qu'il s'agissait d'un mandat issu de la haute administration et que le processus au sein de la firme avait été bien défini.

Les architectes participants ont noté un déplacement des responsabilités, des charges de travail et des délais de prises de décisions. Dans un processus de MDB réussi, plus de gens sont impliqués plus tôt dans le processus de conception, ce qui exige plus de temps et d'efforts en amont d'un projet.

*Utiliser efficacement la MDB veut dire consacrer plus de temps en amont ; la charge de travail se déplace plus tôt dans le processus, il y a plus de coordination du travail. Par contre, vous devriez consacrer moins de temps à la fin du projet.<sup>8</sup> (Architecte, Busby Perkins + Will, résumé de l'entrevue)*

Lemay associés est la plus grande firme d'architectes au Québec. Elle a embauché un gérant pour mettre en œuvre la MDB. Durant l'entrevue, nous avons perçu que le domaine des TI et celui des affaires ont des perspectives différentes. Les décideurs voient la MDB comme une dépense. Ils s'engagent dans la MDB en réponse aux réalités du marché. Par contre, ils ne réalisent pas complètement qu'on doit aussi changer la façon dont le travail est géré, ce qui entraîne des tensions et des contradictions entre les départements.

*C'est là que je suis arrivé chez Lemay. Tout de suite, à partir de là, je commençais à cerner qui étaient les décideurs qui sont dans les entreprises. [...] Ça a été long, mais il fallait aussi que j'arrive avec une crédibilité de construction, parce que si tu arrives avec une crédibilité informatique et un langage informatique, ça ne se connecte pas. Donc, il fallait tout de suite amener le concret et l'informatique ensemble. [...] On peut construire ce qu'on veut, la seule affaire, c'est qu'on se fait limiter par les outils, puis je trouvais que cet outil-là nous permettait de faire de l'exploration et d'avoir un meilleur contrôle sur nos constructions. Donc, c'était le seul point sur lequel j'attachais. Il faut qu'on trouve du meilleur design et c'est un outil qui le permettait. J'ai dit « bon, ça va être une longue traversée pour amener le monde à réaliser que ça nous prend un outil qui nous permet d'explorer de plus grands horizons ». Avec le temps, j'ai dû trouver qui s'occupait des investissements dans les infrastructures du bureau... parce qu'il fallait acheter des logiciels pour commencer. (Gestionnaire de MDB, Lemay associés)*

Le projet du Centre universitaire de santé McGill de SNC-Lavalin est un rare exemple de MDB collaborative avec un environnement de pratiques intégré. C'est à l'heure actuelle le plus grand

---

<sup>8</sup> "Leveraging BIM meant spending more time on the front-end; workload is shifting to earlier in the process – more coordination of work. However, you should be spending less time at the end of the project."

projet MDB au monde. Les architectes, ingénieurs et entrepreneurs sont tous situés dans le même bureau de projet et partagent un modèle MDB commun. Les défis auxquels ils ont fait face étaient à la fois technologiques et organisationnels.

*Au début du projet, il n'y avait qu'un seul modèle, ce qui est normal, pour un projet Revit. La première étape a été de diviser le modèle en pièces qui reflètent les phases du projet. Mais ce n'était pas assez pour avoir un modèle fonctionnel pour les utilisateurs. On aurait eu trop d'utilisateurs par fichier. Même en limitant les choses au minimum, le modèle aurait été trop gros, même au tout début. Outre le fait qu'il était impossible pour les utilisateurs de travailler avec les modèles, chaque discipline voulait être propriétaire de ses modèles. (Gestionnaire de MDB)*

Les architectes et ingénieurs canadiens qui ont été les premiers à utiliser la MDB s'inquiètent de l'attitude des clients et de leurs collègues. Selon eux, les clients ne comprennent pas la valeur ajoutée que représente un modèle MDB en comparaison à des dessins Autocad. Le client ne veut pas payer plus pour un service donné. Ils ne tiennent pas compte de la courbe d'apprentissage et des coûts associés. Les gérants de projet des clients exigent souvent le retour aux dessins 2D, afin de respecter l'échéancier du projet. Étant donné que la MDB n'est pas une exigence comme aux États-Unis, le niveau de maturité dans l'utilisation de la MDB varie énormément d'une entreprise à l'autre. Des entreprises qui en sont aux premières étapes de l'adoption de la MDB abandonnent souvent ces outils en plein projet, parce qu'ils ne peuvent pas gérer la mise en œuvre de la technologie en respectant les contraintes de temps imposées par le projet, ou ils incitent le client à abandonner l'exigence de MDB du projet.

Comme leurs pairs américains, les architectes et ingénieurs canadiens nous ont fait part d'inquiétudes concernant la propriété intellectuelle et la responsabilité légale. Et de nouveau, les solutions proposées reposent sur la transformation du processus d'acquisition, de la livraison traditionnelle à la livraison intégrée.

### **La perspective des entrepreneurs**

Selon l'étude de McGraw-Hill (2009), c'est chez les entrepreneurs que l'adoption de la MDB se fait le plus rapidement, surtout pour la conception-construction et les projets à exécution intégrée. Les adopteurs précoces utilisent des paramètres pour mesurer la performance des projets, la maturité et le RCI. Par exemple, PCL, un entrepreneur canadien qui fait beaucoup d'affaires aux États-Unis, estime que le RCI sur la MDB est de cinq pour un. Environ 60 % des entrepreneurs ont recours à la MDB sur leurs projets conçus en 2D, alors qu'environ 30 % d'entre eux le font pour presque tous leurs projets initialement en 2D. Par contre, 44 % des entrepreneurs créent rarement un modèle unique des données quand le projet a d'abord été conçu en 2D. On peut présumer que ce groupe reçoit les fichiers de modèles des professionnels de la conception et n'est donc pas lui-même auteur des modèles.

Les utilisations les plus fréquentes de la MDB chez les entrepreneurs sont (McGraw-Hill 2009) :

- La visualisation 3D pour communiquer avec toutes les parties ;

- L'analyse de la détection des conflits en collaboration avec les autres disciplines ;
- L'examen des modèles dans un environnement collaboratif en présence de partenaires multiples.

Les entrepreneurs ont un rôle unique dans la chaîne logistique parce qu'ils sont plus les consommateurs que les créateurs de modèle. Par contre, les adopteurs précoces que nous avons interviewés créent souvent leurs propres modèles lorsque les concepteurs ne l'ont pas fait ou refusent de partager leurs modèles. Ledcor Construction Ltd. mentionne qu'elle crée ses propres modèles environ 50 % du temps. Les entrepreneurs trouvent donc utile de créer des modèles, même lorsque les consultants n'en voient pas l'utilité. Ils précisent par contre que ça exige énormément de temps et que c'est loin d'être idéal.

Plusieurs experts soulignent l'importance d'impliquer l'entrepreneur dès les premiers stades d'un projet. Cette implication anticipée des professionnels de la construction permet de maximiser les bénéfices de la MDB.

*Puis, avec les entrepreneurs, quand ils sont intégrés au projet, ça va mieux. Mais si l'entrepreneur n'est pas intégré au projet, le BIM n'a pas de force. Mais du moment que l'entrepreneur est impliqué dans la conception du projet, là on a un partage d'information efficace. [...] Parce que dans un type de contrat design build, c'est l'entrepreneur qui choisit l'architecte. Donc l'entrepreneur, s'il voit qu'il y a un bureau d'architecture avec des possibilités de BIM, il va peut-être plus utiliser ses capacités BIM. (Architecte, Lemay associés)*

Dans certains cas, les manufacturiers perçoivent les entrepreneurs comme principalement responsables de la mise en œuvre de la MDB, spécialement dans les secteurs privé et parapublic. Les entreprises sont parfois sélectionnées par les entrepreneurs en fonction de leur expérience avec la MDB. Ce constat illustre l'influence importante des entrepreneurs généraux sur l'adoption de la MDB dans les disciplines en aval, comme les fournisseurs et les sous-traitants.

*Nous, on est un fabricant, qui est un gros fabricant qui veut aider les plus petits, comme les petits architectes, qu'on aimerait leur donner une partie de notre expertise pour qu'ils utilisent le BIM, mais la plupart du temps, c'est imposé par un client ou le contracteur général. (Manufacturier, Groupe Canam)*

## 5.2 Défis de la MDB

Les participants ont soulevé plusieurs défis et problèmes critiques liés à la mise en œuvre de la MDB, des questions techniques aux facteurs humains.

Un facteur critique soulevé par tous les participants est le **degré d'implication** des disciplines clés dans la chaîne logistique. Celui-ci est lié à une question importante soulevée plus tôt : le

mouvement vers la MDB collaborative. Avec la MDB collaborative, tous les membres clés de la chaîne logistique, de la conception à la construction, contribuent à la modélisation du projet.

*Si vous n'avez pas tout le monde impliqué, la MDB peut être une perte de temps... Si tout le monde est impliqué, ça peut être très utile. Ne pas avoir un modèle de tous les systèmes va à l'encontre du but de la coordination.<sup>9</sup> (Entrepreneur, Keith Plumbing and Heating Co. Ltd., sur les problèmes liés à l'absence d'un modèle du système de plomberie)*

*Si les autres membres de l'équipe n'utilisent pas la MDB, ils n'en tirent pas beaucoup de bénéfices, de toute façon.<sup>10</sup> (Entrepreneur, Scott Construction Group)*

*Il y a des studios qui l'ont adopté, puis il y a des studios qui ne l'ont pas adopté. Sauf que là, on a un problème de travaux inter-studios, puis il y a de la friction et ces frictions-là, elles vont devenir discussions [...]. Fait que c'est un choc des cultures. (Architecte, Lemay associés)*

Il arrive donc souvent que les projets fassent appel à un processus de MDB sélectif. Seuls certains systèmes ou zones sont modélisés, ce qui limite les bénéfices de la MDB et offre souvent une mauvaise impression de sa valeur.

*La MDB sélective, ou la MDB à la carte, comme je l'appelle. Vous ne pouvez pas choisir. Vous prenez le menu complet ou rien du tout. C'est comme ça qu'il faut que ça se passe pour que ça réussisse ; autrement, ça ne fonctionnera pas.<sup>11</sup> (Entrepreneur, Ledcor Construction Ltd.)*

Un autre facteur clé est le **degré de maturité** avec le logiciel. Le réseau de partenaires a besoin d'un degré de maturité équilibré pour une collaboration efficace. Actuellement, l'expérience est très inégale, ce qui peut nuire à tout le processus et limiter les impacts potentiels.

*J'ai vu ça [la MDB abandonnée perçue comme peu utile en cours de projet] dans pratiquement tous les projets. Les gens sont débordés et réalisent que [...] d'abord, il y a trop d'inconnues au début de la conception, et ensuite, on ajoute un nouvel outil, les gens se découragent. Ils disent « j'aurais pu faire ça beaucoup plus vite en utilisant un outil 2D ». Ça a toujours été comme ça, mais j'ai vu sur d'autres projets que je connais, une fois qu'ils commencent à voir les bénéfices [...] pour quatre ou cinq mois maintenant, ils croient fortement au processus, et ils ne reviendraient pas en arrière [...]. Parce que je n'arrête pas de le répéter, quelle est l'alternative ? Si vous pouvez me trouver une meilleure*

---

<sup>9</sup> "If you don't get everybody on board, it (BIM) can be a waste of time [...]If everyone is on board it can be of great value. Not having all systems modeled in BIM kind of defeats the whole purpose of coordination."

<sup>10</sup> "If the other team members are not doing BIM, they don't get much benefit anyway."

<sup>11</sup> "About selective BIM: "It is "BIM à la carte". That's what I call it. You cannot do pick and choose. You either take the full course or you don't. And it just needs to happen that way in order to succeed--otherwise it is not going to work."

*solution que ce que nous faisons, alors je serai prêt à changer.<sup>12</sup> (Entrepreneur, Leducor Construction Ltd.)*

Le **manque de ressources** nuit aussi à l'adoption de la MDB, surtout à la disponibilité d'une main-d'œuvre compétente. Cela exige des programmes de formation ainsi que la création de postes dans l'entreprise pour ceux qui ont une expertise en MDB.

*C'est le manque de personnel qui a les capacités BIM... C'est le plus gros problème... À cause du manque de ressources, on s'est retrouvés avec un déphasage au niveau de la coordination... Donc, à cause du fait qu'on n'a pas assez de monde, on commence le projet en Revit, mais à un moment donné, le chantier va tellement vite... On n'a pas assez de monde pour réfléchir dans les projets en utilisant le BIM en même temps. Si on avait plus de personnes BIM, là on dirait « ok, toi, tu t'occupes des escaliers, toi, tu t'occupes de la fondation, toi, tu t'occupes de la coordination de la mécanique ». (Architecte, Lemay associés)*

Plusieurs entreprises ont soulevé la question de la **résistance au changement**. C'est aussi une question de formation, mais elle représente un important frein à l'augmentation du degré de maturité dans l'utilisation de ces outils.

*Les gens vont naturellement résister au changement, mais créer de l'intérêt et des exemples de succès peut influencer les gens sur l'utilisation de la MDB... Il y a un besoin pour surmonter la peur par la formation.<sup>13</sup> (Entrepreneur, Leducor Construction Ltd.)*

Le **manque de coordination des efforts** est un autre défi important, spécialement pour les architectes. Toutes les disciplines doivent s'impliquer dans le processus de conception et contribuer au développement du modèle afin d'optimiser l'utilisation des outils de MDB. Cela exige une mise à jour constante des modèles, ce que certaines entreprises ont de la difficulté à faire.

*[...] souvent, nos consultants, ils aiment attendre la dernière minute. Ils veulent attendre que nous ayons terminé avant d'ajouter leurs éléments, avant de faire quoi que ce soit... alors, ils aiment attendre qu'on ait tout réglé avant de faire le gros du travail. Et ça peut être difficile. Je crois qu'idéalement, ce travail devrait être fait en même temps que le nôtre, de façon à vraiment visualiser le système alors que tu fais la conception, de façon à ce que tu puisses vraiment concevoir, pas nécessairement juste coordonner, mais intégrer. Alors, plus tu comprends les systèmes du bâtiment sur lequel tu*

---

<sup>12</sup> "I have seen it (BIM being dropped or felt to be sort of tenuous during the project) on almost every project. People get over worked and they realize that [...] **first there are too many unknowns at the beginning of design, and then adding a new tool to this, people get discouraged.** Like "I could have done this much faster, easier using just a 2D tool". That's always been the case, but I've seen it on other projects that I know, once they start to see the benefits [...]for four or five months now, they actually become strong believers in this process and they would not go back to [...]Because I keep saying, what is the alternative? If you can find me a better alternative than what we are doing then I will go for it."

<sup>13</sup> "People will naturally resist change, but creating interest and success stories can help in influencing people on the use of BIM....There is [a] need for getting over the hump of fear by giving training."

*travaillés, plus tu peux travailler avec eux architecturalement, au lieu de les cacher, par exemple, ou d'essayer de les masquer. On était 50 % en plan de coordination [coordination set], 50 % en décomposition spatiale [CD], la mécanique et la plomberie ne montraient que les lignes majeures de plomberie et c'est tout. Tout le reste était sur du papier à dessin, encore 50 % en décomposition spatiale. Et maintenant, on a 75 % et on insiste sur le fait qu'il nous faut un modèle Revit pour démarrer la coordination, et ils nous l'ont finalement fourni. Mais quand arrive le moment crucial, ils retournent toujours à la CAO et nous présentent des dessins 2D. Ils disent que le modèle arrivera dans deux semaines parce qu'ils doivent mettre à jour leur modèle Revit, et c'est le gros problème.<sup>14</sup> (Architecte, Busby Perkins + Will)*

Pour certains clients, spécialement ceux du secteur public, la **valeur ajoutée de la MDB n'est pas évidente**. Souvent, les propriétaires : (1) ne comprennent pas comment elle pourrait être utilisée pour mieux gérer leurs bâtiments, (2) pensent que le marché n'est pas prêt et hésitent à limiter la concurrence en imposant la MDB, (3) ne comprennent pas qu'ils doivent faire le premier pas.

*Ils se concentrent sur la gestion de la construction ; ils ne sont pas payés pour la MDB... C'est dur d'avoir toute l'infrastructure de MDB et la main-d'œuvre en place, et d'attendre pour un projet MDB.<sup>15</sup> (Entrepreneur, Scott Construction Group)*

*[...] nous avons un projet que je ne peux pas nommer, mais les concepteurs, tout le monde impliqué le faisait en MDB, était vraiment excité de le faire, et faisait un travail superbe. Les propriétaires ne voyaient pas la valeur que ça avait, parce que ça allait leur coûter plus cher, comme un service additionnel, parce que c'est comme ça que ça a été présenté aux concepteurs. Alors, ils ont dit : « Non, on n'en veut pas. »<sup>16</sup> (Entrepreneur, Ledcor Construction Ltd.)*

---

<sup>14</sup> "... often our consultants, they love to wait to the very last minute. They want to wait till we are done before they start plugging their stuff in, before they do anything... so they like to wait before you have worked it out before they start doing the bulk of the work. And that can be difficult. I think ideally that work is being done at the same rate as your work, so that you can be really visualising the systems as you are doing the design so that you can really design, not necessarily just to be coordinated but also to be integrated. So the more you understand about the systems that are involved in the building that you are working on, the more you can work with them architecturally rather than trying to hide them, for example, or trying to mask them or something. [...] We were 50% coordination set 50% CDs, the mechanical and plumbing they showed the main plumbing lines and that is it. Everything else was on sketch paper still in 50% CD. And now we have the 75% and we emphasize that we need to see a Revit model to get the coordination going and they finally provided it. But it is always when it comes to crunch time they always go back to CAD and present us with 2D drawings. They always say that it (the model) will come in two weeks because they have to update their Revit model and that's the big problem."

<sup>15</sup> "The main focus is on construction management--they don't get paid for the BIM.... it is hard to have all the required BIM infrastructure and manpower ready and waiting for a BIM project."

<sup>16</sup> "... we have a project that I wouldn't mention its name, but designers, everybody on board was doing it in BIM and very excited about it and doing a superb job. The owner didn't see the value because they knew that it might cost them more money, as an added service, because that's probably how it was presented to the designers. So they said no, we don't want it."

La valeur ajoutée est liée à la complexité du projet. Dans les projets complexes, la MDB a des bénéfices en matière de coûts et de gestion du risque. Par contre, la MDB pour les petits projets est encore considérée trop chère.

*Puis, le client, souvent, ne voit pas de valeur ajoutée. Il dit : « Je paie plus cher pour rien. » Il faut comprendre aussi que si vous voulez avoir un projet BIM, si vous faites juste un petit entrepôt [...], vous n'aurez pas grande valeur ajoutée d'être BIM. Si vous avez quelque chose de complexe, plus c'est complexe, plus il y a de risques de problèmes, plus c'est payant de traiter les problèmes au niveau du design. (Manufacturier, Groupe Canam)*

Il y a aussi des **malentendus sur ce qu'est la MDB** – une technologie, un processus ou un logiciel déterminé. Ce manque de clarté rend difficile l'établissement de protocoles et de processus de MDB.

*[...] et puis les gens ne comprennent pas la différence entre le BIM et Revit. En fait, il y a beaucoup de propagande en ce moment, comme quoi Revit, c'est le BIM, en fait Revit c'est le dernier arrivé dans le BIM et, en plus, il n'est pas IFC, ce qui est vraiment la mouvance en ce moment qui essaie d'être prise par les grands donneurs d'ouvrage américains, notamment. (Développeur, ArchiDATA)*

*Quand on dit qu'on travaille en BIM et en Revit, tu sais... Le BIM c'est encore tabou, ce mot-là pour eux autres. C'est quand ils vont réaliser ce que c'est. Pour l'instant, ils en ont que pour Revit, parce que c'est plus tangible. (Architecte, Lemay associés)*

### 5.3 Bénéfices de la MDB

Selon les experts cités dans les études de McGraw-Hill, les principaux bénéfices de la MDB sont :

- Une meilleure coordination entre les différents logiciels et le personnel de projet ;
- Une augmentation de la productivité ;
- Une meilleure communication ;
- Un meilleur contrôle de la qualité.

Bien que la pleine utilisation de la MDB ne soit pas encore une réalité au Canada, les participants ont mentionné nombre d'opportunités et de bénéfices liés à l'utilisation de la MDB. Nous avons observé que la MDB change les méthodes de travail d'une façon qui rend le processus plus facile. Les bénéfices de la MDB ont été observés dans différentes tâches : la coordination (moins de demandes de renseignements, détection des conflits), l'estimation (analyse des coûts, réduction des coûts), le relevé des quantités et la gestion (qualité de la conception, problèmes évités).

*L'idéal est que le travail est ultimement plus coordonné qu'il ne l'était quand on travaillait en 2D. [...] En général, comme je disais avant, l'aspect coordination de la MDB est important, et aussi je crois que c'est lié*



*directement au niveau de conception [...]. Je crois que ça élève le niveau de conception en général. On y pense souvent en matière de réduction des conflits, mais c'est plus que ça. C'est d'essayer de travailler en une sorte d'harmonie [...]. La MDB peut générer des choses merveilleuses. C'est comme ça que j'aime y penser. Je tends à y penser d'une perspective de conception, mais évidemment, il y a plus de bénéfices que ça. Mais des choses comme l'analyse des coûts, on peut en tirer des avantages de différentes façons. Il y a parfois des géométries qui sont très difficiles à lire en 2D. Je crois que d'une perspective d'analyse de coûts, il y a des bénéfices. [...] Nous avons reçu les chiffres du consultant en analyse de coûts, et nous avons un écart d'un million de dollars. Nous sommes retournés à nos chiffres de Revit et nous avons facilement trouvé des économies de six cent mille dollars [...]. Ça aide beaucoup parce que maintenant, nous avons des munitions pour retourner et leur dire que c'est faux et qu'ils doivent vérifier leurs chiffres.<sup>17</sup> (Gestionnaire de MDB, Busby Perkins + Will)*

La MDB change aussi la façon dont les parties sont impliquées dans le projet ou dans le processus créatif. En d'autres mots, elle augmente l'intégration du projet.

*Ce que nous observons, c'est que d'être impliqué dans la production d'un modèle de données de bâtiment est vraiment en soi le bénéfice principal. Et plus nous impliquons les constructeurs, mieux c'est. Alors, quand les constructeurs ne sont pas impliqués, il y a moins de bénéfices que lorsqu'il y a le maître de chantier, les contremaîtres et les corps de métiers.<sup>18</sup> (Entrepreneur, DPR Construction)*

Les technologies de MDB facilitent et améliorent la communication avec les parties prenantes et les clients. La MDB permet de produire des représentations et des visualisations qui aident les clients à mieux comprendre un projet.

*L'aspect communication de la MDB : nous avons utilisé un modèle dans les rencontres avec la Ville, afin d'obtenir un accès à une ruelle sur la rue Georgia. Ils voulaient que nous ne l'utilisions qu'en partie, en la laissant ouverte au*

---

<sup>17</sup> "The ideal is that your work is ultimately more coordinated than perhaps it used to be when you were just working in 2D. [...] In general, like I have said before, the coordination aspect of it (BIM) is important, and also I think that ties directly in to the level of design that you can give a particular... I really think it does help you elevate design in general. It is often thought of as reducing conflict but it is more than that. It is trying to work in some kind of harmony. [...] BIM can generate some amazing things. I like to think of it in that way. I tend to think from a very design perspective, but of course there are more benefits than that. Even doing things, like cost analyses for example, I think it can be leveraged a lot in that way. There are a lot of times there is geometry that is very hard to read in 2D. I think from a costing perspective it is beneficial as well. [...] We got our numbers from the cost consultant back, and we were off by a million dollars. And then we went in and just used our Revit numbers, and easily found out that we could save six hundred thousand... It helps a lot because now we have the ammunition to go back and say this is wrong and you have to check your numbers again."

<sup>18</sup> "What we observed is that actually the act of, you know, getting engaged in producing a building information model is really what is the key aspects of the benefits that it can bring. And **the more we involve the builders in the process the better it is**. So when we get involved and we don't have the builders involved the benefit that we see is lot less than when you actually have the superintendent, foremen and trades."

*public. Le modèle nous a permis de montrer que ça ne serait pas sécuritaire et que ça aurait un impact sur l'exploitation du chantier. La construction a été rendue plus facile et sécuritaire grâce à cette démonstration avec le modèle.<sup>19</sup> (Entrepreneur, Scott Construction Group)*

*Un modèle numérique facilite la communication du concept.<sup>20</sup> (Entrepreneur, Keith Plumbing and Heating Co. Ltd.)*

Une expérience avec la MDB accroît les chances qu'une entreprise soit sélectionnée pour un grand projet.

*Mais à l'heure actuelle, qui en profite le plus, malheureusement, c'est nous, parce que si on ne le fait pas [la MDB], on ne pourrait pas participer à des gros projets américains. Donc, on va perdre le côté américain. Si on n'a pas la technologie, on est mis de côté. (Manufacturier, Groupe Canam)*

Le bénéfice majeur pour les professionnels de la conception est la productivité. La MDB n'est pas un outil de dessin, mais de conception. Elle réduit le nombre d'étapes dans le processus de conception, les risques d'erreur et les malentendus entre les concepteurs et les dessinateurs. Elle requiert par contre une restructuration majeure dans l'organisation du travail. Une formation appropriée est essentielle pour obtenir ces bénéfices.

*À la place de garder ça trop large, je pense que nous devrions plus travailler au niveau de l'individu, pour développer ses capacités BIM. Parce que je pense que **l'individu devient plus important et produit plus que trois personnes en CAD**, tu sais. Je pense qu'il y a une attention à porter sur les capacités de la personne. On s'en va dans cette direction-là, une formation plus ciblée sur la personne. (Architecte, Lemay associés)*

Par contre, les associés des firmes d'architecture nous ont dit qu'ils hésitaient à investir dans la formation en MDB, parce qu'ils craignent de perdre leurs employés pour d'autres firmes qui paient plus, une fois qu'ils auront reçu leur formation, autre exemple d'un manque de pensée stratégique.

#### 5.4 Questions de formation

Comme l'analyse quantitative le démontre, la formation a un impact majeur sur la mise en œuvre de la MDB. C'est aussi une question stratégique, puisqu'une mise en œuvre réussie exige qu'on repense l'organisation du travail et puisque la formation est un élément clé dans la gestion de ces changements.

---

<sup>19</sup> "The communication aspect of the BIM model: we used trans-model in meeting with the city to try getting access to a back lane on Georgia Street. They wanted us to use it partially along with access for the public. We were able to use the model to demonstrate that that was going to be unsafe and that it has an impact for our site operation. The construction process was made simpler and safer, because we were able to use that model to demonstrate."

<sup>20</sup> "A digital model facilitates the communication of design."

*Il y a probablement environ 30 personnes dans 18 bureaux régionaux qui se consacrent uniquement à établir la MDB dans le processus d'exécution de projets de ces bureaux. Ces individus peuvent tout faire, de la coordination, de la formation, du travail sur des tâches autoperformées comme le béton et les cloisons, ou sur des aspects de mise en œuvre de la MDB, de l'estimation à l'établissement de l'échéancier 4D. Ces 30 personnes servent à former d'autres personnes sur différents aspects de la MDB. Nous avons créé un programme interne qui spécifie, en fonction de votre rôle dans l'entreprise, quel cours de MDB vous devez suivre. (Les gens comme les gestionnaires de projet, les planificateurs et les estimateurs sont formés en fonction de leur domaine.) Nous utilisons ces 30 personnes, qui sont comme des ingénieurs de MDB, des gestionnaires de MDB pour éduquer les autres sur les projets. Et il y a plus de 250 personnes dont la fonction n'est pas la MDB, mais qui sont des gérants de projets, des gestionnaires de projets, des estimateurs qui peuvent faire eux-mêmes une bonne mise en œuvre de la MDB avec l'aide de ces autres personnes. Et puis, il y a un plus petit groupe de 5 personnes dont le rôle est de regarder un peu plus loin dans le temps pour déterminer ce qu'on pourrait faire d'autre : les relations avec les fournisseurs, la gestion des déploiements et tout le côté TI des choses, aussi planifier la R & D, où on devrait investir, quelles formations on devrait développer, le développement de paramètres de mesure de la performance et toutes ces choses.<sup>21</sup> (Entrepreneur, DPR Construction)*

Certaines entreprises sont plus performantes que d'autres dans le développement de stratégies de formation. La formation n'est toujours pas bien établie dans certaines entreprises. On se fie à l'autoformation, et l'apprentissage n'est pas basé sur des situations réelles.

*Donc, la meilleure formation, c'est le projet. Des fois, les formations nous amènent à des places où c'est trop loin ou trop large, puis quasiment 90 % du temps, c'est pas spécifique à une situation réelle d'un projet. Donc tu es plus certain de réussir une formation dans une situation de projet qu'à l'externe. (Architecte, Lemay associés)*

D'autres entreprises développent un processus de formation interne et ont des groupes de discussion ou d'utilisateurs pour échanger sur la MDB ou même Revit.

---

<sup>21</sup> "There are probably about 30 people across the 18 offices that are solely dedicated to bringing BIM to that regional office in the project delivery process. These 30 people can be doing anything from coordination to training, to working on self-performed tasks like concrete and drywall or working on the aspects of implementing BIM model-based estimating to 4D scheduling. These 30 people are utilized to train other people in various aspects of BIM. We created a curriculum internally that basically goes through, depending on your role within the company, what BIM classes you need to take. (People like project executives, schedulers, and estimators are trained according to their specific area.) We are using these 30 people who are sort of what you call BIM engineers, BIM managers to educate others on projects. And there are about 250 plus people whose titles are really not BIM, but who could be project managers, project executives, estimators that can do a fairly good level of BIM implementation on their own with the help of these other guys. And then there is a smaller group of 5 people that are dedicated to sort of looking into a little bit more of the future to say what else do we want to do; all the vendor relations, managing all the deployments and you know, all the IT side of things, also looking forward to R and D, where should we invest, what training should we develop, developing metrics and that kind of stuff."

*Il y a un groupe de discussion ici qui a toujours été intéressé. Ils ne sont pas chevronnés ; la MDB était un passe-temps, pour eux. (Entrepreneur, Ledcor Construction Ltd.)*

Pour plusieurs personnes, le passage à la MDB n'est pas facile. Les praticiens peuvent être hésitants, craintifs ou inquiets, ce qui limite la possibilité de former une gamme complète d'employés. Des entreprises font face à ce problème en offrant une formation interne à tous les niveaux de gestion de projet.

*Les utilisateurs au sein de l'entreprise sont encore craintifs face aux outils, et on surmonte cet obstacle en leur offrant de la formation. Parce que nous ciblons les gérants de projet, les maîtres de chantier et les coordonnateurs de projets, tous les niveaux de la hiérarchie dans la gestion de projet. L'idée est de rendre toutes ces personnes à l'aise avec les outils de la MDB.<sup>22</sup> (Entrepreneur, Ledcor Construction Ltd.)*

Le défi est que la formation pour un projet ne se limite pas aux employés d'une entreprise ; elle doit se faire avec toutes les parties prenantes, incluant les entrepreneurs généraux, les sous-traitants, les propriétaires, etc. C'est pourquoi la pleine mise en œuvre de la MDB dans un projet est encore un défi.

## **5.5 Problèmes organisationnels et procéduraux**

Tous les participants étaient d'accord sur les bénéfices que peut offrir la MDB. Dans certains cas, l'utilisation de la MDB entraîne un changement dans les processus de travail et les structures d'entreprise. Il est nécessaire, comme nous l'avons mentionné précédemment, de s'assurer que les intégrations stratégique et fonctionnelle soient bien adaptées l'une à l'autre.

*La MDB change beaucoup la façon dont les entreprises travaillent à l'interne. La MDB facilite un échange important de données de projets entre les membres d'une équipe, ce qui a un impact sur la façon dont ces équipes travaillent ensemble. Ceci peut mener à repenser les rôles, les flux de travaux, et, dans certains cas, à créer de nouveaux postes axés sur la conception et la construction virtuelles [...]. La MDB change aussi la façon dont les membres d'une équipe interagissent entre eux. Parmi les partisans les plus convaincus de la MDB, cela représente un changement de paradigme dans les processus de conception et de construction [...]. De nouvelles façons d'utiliser les données de projet, associées à des opportunités de partager ces données avec d'autres membres d'équipe, peuvent créer des équipes plus intégrées que celle que l'on voit traditionnellement.<sup>23</sup> (McGraw-Hill 2009)*

---

<sup>22</sup> "They (users in the company) are still fearful of the tools and we are getting over that hump by giving them the training. Because we are targeting project managers, superintendents, and project coordinators, so all different tiers in the hierarchy of project management. So the idea is to get all these guys comfortable with these BIM tools."

<sup>23</sup> "BIM is significantly changing the way companies work internally. BIM facilitates a greater exchange of project data between team members, which can impact how the teams work together. This can result in a rethinking of roles, workflow, and, in some cases, creating new positions tailored to virtual design and construction...BIM is (also) changing how team members interact with each other. Among BIM's strongest advocates, it represents a paradigm shift in processes for design and construction...New ways of using

Les problèmes organisationnels et procéduraux associés à la MDB sont complexes, puisque les ajustements doivent se faire simultanément au niveau de l'entreprise et de la chaîne logistique. C'est un souci majeur pour les experts cités dans le rapport de McGraw-Hill.

*Puisque la MDB est une technologie émergente, les niveaux d'expertise peuvent varier énormément à l'intérieur d'une équipe de projet, tout comme à l'intérieur d'une entreprise [...]. Du fait que les données peuvent être fréquemment échangées entre les membres d'une équipe utilisant la MDB, il y a une crainte que le « maillon le plus faible » dans la chaîne puisse mettre le projet en danger. Comme la MDB permet l'échange de données entre les membres d'une équipe pour leur usage commun sur le projet, les utilisateurs se préoccupent souvent de la fiabilité de ces données. Un environnement intégré offre des avantages importants en matière de productivité, mais les membres de l'équipe doivent avoir une plus grande confiance mutuelle. Régler les questions de responsabilité légale dès le début est essentiel pour une équipe intégrée performante.<sup>24</sup> (McGraw-Hill 2009)*

Au niveau de l'entreprise, il est convenu qu'il faut passer d'une organisation du travail basée sur les « lots » (mécanique, électricité, plomberie, etc.) à une organisation basée sur les processus.

*On est au courant qu'il y a une procédure à faire. On le sait, sauf qu'on n'est pas encore rendus là. Comme je vous dis, cette intégration-là est due pour 2012 dans notre bureau, sauf qu'on sait qu'elle est là. Il faut la faire. (Architecte, Lemay associés)*

Une tendance est d'embaucher un gestionnaire de MDB qui sera responsable de la mise en œuvre. Nos discussions avec plusieurs gestionnaires de MDB ont permis de mettre en lumière certains problèmes liés à cette approche. Tout d'abord, il n'y a pas de formation particulière pour les gestionnaires de MDB, au Canada. Ensuite, les entreprises ne savent pas ce qu'un gestionnaire de MDB devrait faire, puisqu'il n'y a pas de description de tâches. Pour une mise en œuvre réussie de la MDB, la technologie doit être intégrée à la culture d'entreprise.

*Question : Qu'est-ce qui améliore les choses ? Réponse : Je dirais que c'est probablement l'adoption à la grandeur de l'entreprise. Je crois qu'il n'est plus vraiment nécessaire d'avoir une personne qui est strictement MDB pour faire la MDB. Maintenant, nous avons une base de connaissances sur laquelle nous pouvons compter et qui, je crois, se répand à la grandeur de l'entreprise. À une époque, s'il y avait un problème, on allait en ligne, sur Google, pour essayer de trouver un forum ou un utilisateur qui pouvait aider. On le fait beaucoup moins, maintenant. Il y a une bien meilleure base de connaissances au sein de*

---

project data coupled with the opportunities to share that data with other team members can create more integrated teams than traditionally seen."

<sup>24</sup> "Because BIM is an emerging technology, levels of expertise can vary greatly within a project team as well as within one's own company... Because data can be frequently exchanged among team members using BIM, there is a perceived risk that the "weakest link" in the chain could jeopardize the project as a whole. As BIM allows the exchange of data between team members for their common use on projects, there is often a concern among these users about the reliability of this data. An integrated environment offers considerable advantages to productivity, but team members must hold a greater level of trust in each other. Resolving liability issues early is a key to a successfully integrated project team."

*la firme, même au sein de notre bureau, et nous pouvons parler à quelqu'un à côté, si un problème se présente. Je crois que ça nous a permis de travailler de façon plus efficace avec le logiciel. C'est la chose qui a changé le plus.*

Au niveau de la chaîne logistique, le problème est plus complexe. Tout d'abord, il y a la question de l'homogénéité des connaissances et de l'expertise au sein des partenaires de projets.

*Les principaux défis de la mise en œuvre de la MDB dans un projet dépendent des joueurs clés dans l'équipe, et c'est vraiment ce qui décide de la réussite d'un projet. Il y a des projets où la MDB est mise en œuvre sur demande. Alors, c'est « Oups, on n'arrive pas à régler ce problème, alors poussons le bouton de la MDB et ça va tout résoudre. » Ce sont les projets que je tente d'éviter, parce qu'ils sont voués à l'échec. Si vous voulez faire de la MDB, il faut regarder le tableau complet, on ne peut pas faire des bribes ici et là.<sup>25</sup> (Entrepreneur, Leducor Construction Ltd.)*

Ensuite, la coalition doit s'entendre sur un plan d'exécution de la MDB.

*La MDB peut faciliter le travail, si tout le monde est prêt à jouer avec les mêmes règles.<sup>26</sup> (Entrepreneur, Leducor Construction Ltd.)*

Dans un projet intégré comme celui du CUSM, SNC-Lavalin est le concessionnaire. Avec l'aide d'Autodesk, SNC-Lavalin a défini les règles pour gérer les flux de travaux et de données.

*Il y avait un plan d'exécution de la MDB qui couvrait tous les détails (définition de processus comme la nomenclature des fichiers, le niveau de détails, etc.). Nous n'y avons plus recours parce que nous sommes dans la construction. [...] Et nous y avons mis le plus de niveaux de détails possibles. C'était bien d'avoir cette discussion quand la charge de travail était légère, alors les gens gardent ça en tête. En même temps, il ne faut pas en faire trop, parce que les gens n'aiment pas les règles. Trop de règles, ils ne les suivront pas. Mais il faut vraiment le faire [...] spécialement pour les débutants, ce qui incluait la plupart des gens dans cette pièce, alors ils peuvent en arriver à leurs propres conclusions sur ce qui marche et ne marche pas.<sup>27</sup> (Entrepreneur, Leducor Construction Ltd.)*

---

<sup>25</sup> "It (main challenges to BIM implementation on a project) really depends on the key players in the team and that is really what makes a project successful. There are some projects where I feel BIM is implemented on demand. So: 'oops we can't resolve this, let's push the BIM button and it is going to solve it'. These are projects I try to stay away from, because they are definitely set out for failure. If you want to do BIM you have to look at the full picture, you cannot do bits and pieces."

<sup>26</sup> "BIM can facilitate (the work process) if everybody is willing to play by the same rules."

<sup>27</sup> "There was a BIM execution plan that went over all of that (for process definitions like naming of files, level of detail etc). We don't reference to it anymore because we are in construction .... And we put as much level of detail (as we could). It was good to have that discussion when the load was light so the people keep that in mind. At the same time, I don't think that you have to be too much doing that policing them because it is, like, people do not like rules. Too many rules, they are not going to follow it. So you have to do it really [...] especially for first timers, which most of the people in this room were, so I think now they can come to their own conclusions (about) what really worked and what didn't."

De plus, l'intégration de la MDB doit être planifiée en amont du projet.

*Le défi a été d'être impliqué plus tôt dans le processus de conception et l'utilisation de la MDB vers un but précis.<sup>28</sup> (Entrepreneur, DPR Construction)*

*Il y a une communication meilleure et plus efficace entre toutes les parties. Les sous-traitants et consultants ont maintenant un contact plus direct, ce qui réduit les temps de réponse. Tout le monde se parle [...]. On se parle plus que jamais [...]. Sinon, on écrit une demande de renseignements, et ça peut prendre trois semaines ou plus encore.<sup>29</sup> (Entrepreneur, Keith Plumbing and Heating Co. Ltd.)*

## 5.6 Problèmes techniques

Nous avons mentionné précédemment que plusieurs facteurs limitent l'utilisation de la MDB, les plus importants étant les facteurs humains. Les facteurs techniques peuvent aussi avoir une grande influence sur l'adoption de la MDB, et la maturité croissante des logiciels peut aider à ce niveau.

*Je dirais que c'est peut-être une certaine maturité dans les outils disponibles. Peut-être que la complexité des apprentissages nécessaires pour utiliser la MDB efficacement, je dirais que c'est la clé. Même dans les premières versions de Revit, il était difficile de générer ou de penser à générer certaines choses. Vous deviez utiliser l'outil « plancher » pour générer un soffite ou quelque chose du genre. Ce n'était pas très intuitif. C'étaient les débuts. Donc, je crois que les choses se sont beaucoup améliorées, et ça a permis aux gens de vraiment l'adopter sans être trop craintifs. J'ai l'impression qu'il y a des consultants qui en sont encore là, et les outils ne se sont pas assez améliorés dans leur domaine pour qu'on les adopte complètement. C'est ce que je pense des logiciels dans l'ensemble. Si c'est facile à utiliser, les gens seront heureux et l'adopteront volontiers. Mais dès que c'est trop complexe et pas intuitif, ça fait une grosse différence.<sup>30</sup> (Architecte, Busby Perkins + Will)*

---

<sup>28</sup> "The challenge has been getting involved sooner in the design process and the use of BIM towards the specific goal."

<sup>29</sup> "There is better and efficient communication between all parties. Subs and consultants now can have more direct communication which reduces response time. "Everybody is talking among... we are all talking more than we ever used to... or you just write an RFI and wait for an answer and it could take 3 weeks or it could take more."

<sup>30</sup> "I would say that, perhaps it is some maturity in the tools, in the tool sets that are available. Perhaps complexity in learning the tools to really utilise BIM effectively, I would say that is pretty much the key. Even in early versions of Revit it was difficult to generate or think (how) to generate certain things. You had to use the floor tool when you were building a soffit or something like that. It was not very intuitive. That was the early days. So I think that has matured a lot and it has allowed people to really embrace it and be able to not feel frightened about it. It is my impression that there are still consultants out there that feel similarly, and either the tools haven't matured in their fields enough to get adopted completely. That's how I feel about the software packages in general. If it is simple, easy to use, people will cheer and people will adopt it easily. But as soon as it gets complex and it is not as intuitive it makes a big difference."

L'interopérabilité est encore un grand défi dans la MDB, bien que certaines entreprises tentent d'établir des standards pour régler ce problème.

*L'interopérabilité demeure un gros défi. (Entrepreneur, DPR Construction)*

Il faut par contre noter que les problèmes techniques n'étaient pas considérés comme critiques par les participants aux entrevues.

## 5.7 Mesure de la performance

Étonnamment, aucune entreprise participante ne mesure l'impact de la MDB sur la performance de projet, ou ne définit de paramètres pour suivre l'impact de la MDB.

*Le bureau n'a pas pensé à suivre ou à mesurer les bénéfices de la MDB. Pour l'instant, tout ce qu'il voit, ce sont les coûts initiaux (équipement, logiciel, formation, etc.) [...]. Avec la MDB, il devrait y avoir moins de conflits, il devrait y avoir une meilleure productivité.<sup>31</sup> (Entrepreneur, Keith Plumbing and Heating Co. Ltd.)*

*On en est encore au feeling. On y va au feeling [...]. Quand on regarde les chiffres on dit « un bon ratio », on regarde qui a travaillé sur les projets, puis comment le projet a été travaillé, puis c'est clair, on voit une distinction. (Architecte, Lemay associés)*

Il y a eu par contre certains efforts à ce sujet. Une comparaison entre un projet MDB et un projet traditionnel serait une bonne façon de déterminer les paramètres de performance, mais c'est très difficile à faire, en pratique. Certaines entreprises ont comparé les projets avec et sans MDB et obtenu des résultats intéressants : moins de temps sur le chantier, moins de demandes de renseignements, plus d'économies. D'autres ont réalisé des projets pilotes.

*Nous évitons beaucoup de problèmes, et c'est toujours le bénéfice de la MDB. Un des défis est comment comparer ça à un autre édifice de laboratoires qu'on a fait il y a peut-être cinq ans. C'est très difficile. On a un bâtiment qu'on a construit à la fin du projet ; on peut comparer les demandes de renseignements et les ordres de modification avec celui-là. Mais c'était un très bon projet, peu de demandes de renseignements, mais... ça serait bien de comparer une construction traditionnelle et une avec la MDB. Je ne peux pas vraiment vous dire, mais en fait, si on retourne à tous les rapports de conflits que nous avons générés au cours des années, les chiffres diminuent.<sup>32</sup> (Entrepreneur, Ledcor Construction Ltd.)*

---

<sup>31</sup> "The office hasn't thought about tracking or measuring the benefits of BIM. Right now all they see is the initial start-up cost (for hardware, software, training etc)... with BIM there should be less conflicts, there should be better productivity."

<sup>32</sup> "We are avoiding a lot of problems and that's always been the benefit of BIM. One of the challenges is how can you compare that to another lab building that we did probably five years ago. It is really hard. We have a building that we built maybe at the end of this project--we can compare the number of RFIs and change orders to that one. But that one was actually a very good one, so they had very low RFIs, but [...]It would be good to make a comparison between the traditional construction and using BIM for that. I can't really tell you but I can tell you for a fact that if we go back to all the clash reports that we



*Sans nécessairement mesurer deux projets, parce qu'on n'a pas deux projets pareils, côte à côte pour les mesurer, mais juste avec le ratio, on voit que le plus surprenant, c'est qu'il y a des ratios qui sont comme très intéressants. Les chantiers sont finis d'avance, puis les budgets du client, on a des économies. Donc, c'est tout ce que le BIM doit faire, il le fait pour de vrai. On s'est rendu compte de ça. [...] Donc, il y a une économie sur nos efforts à nous. Justement, comme on a un projet, là, qui est notre projet fort, on a mieux performé, au point de vue Revit, c'est le projet du quartier général de Mascouche. Donc, il a gagné quelques prix au niveau de la SIQ, pour la qualité de la réalisation du projet. Donc, il y a zéro addenda presque, peut-être une quarantaine de manques d'information qui étaient juste des coûts qu'il manquait, puis c'était un projet de 40 M\$. (Gestionnaire de MDB - Lemay associés)*

## 5.8 Facteurs clés pour la mise en œuvre de la MDB

La MDB peut améliorer la productivité et les processus de réalisation de projet, mais afin de tirer tous les bénéfices de la MDB, une entreprise doit atteindre un certain niveau de maturité. Les clients doivent être bien informés, afin de pouvoir suivre la transformation à travers le processus ; les gérants de projets doivent être bien formés et réagir tout au long du processus, pas seulement à la fin ; et les processus intégrés et les engagements communs doivent être adoptés par les professionnels (architectes, ingénieurs, entrepreneurs, etc.). On doit investir pour développer les compétences et former des utilisateurs autonomes (des champions de la MDB). Les attitudes doivent changer, tout comme le savoir-faire dans les processus ; l'outil suivra alors le processus. On doit aussi s'attarder à la résistance au changement.

*Les gens vont naturellement résister au changement, et mon approche a été de choisir une demi-douzaine de projets pilotes à travers le Canada et les États-Unis. Ainsi, on pouvait travailler avec une plus petite équipe et créer de l'intérêt et des histoires de réussite. Alors, on a testé la 4D sur un projet, le relevé des quantités sur un autre et la maquette virtuelle. Et puis on est partis en tournée et on a présenté ça à toute l'entreprise. Ça a créé beaucoup plus d'intérêt que d'arriver et d'ordonner aux gens « vous devez apprendre ce logiciel ». <sup>33</sup> (Entrepreneur, Ledcor Construction Ltd.)*

Plusieurs barrières à la mise en œuvre de la MDB collaborative peuvent donc être identifiées. Les problèmes centraux pourraient être analysés en détail dans la prochaine phase du projet. Ces problèmes sont résumés ci-dessous.

- **L'implication du client dans le projet** : Le client a un rôle important dans l'adoption de la MDB pour la construction et la gestion des bâtiments. Certains clients ne sont pas encore conscients de la valeur de la MDB, ou font face à des problèmes comme des questions

---

generated over the year our numbers are just going down, the number of clashes. So definitely we are seeing the benefit.”

<sup>33</sup> “People will naturally resist change and my approach to it was to select half a dozen projects across Canada and the US and do pilot projects. So we could work with a smaller team and create these interest and success stories. So we tested 4D on one project, take-off on another and virtual mock up. And then we went on a road show and presented that for the whole company. So that initiated a lot more interest than coming and dictating people ‘you need to learn this software’.”

budgétaires ou une bureaucratie rigide (dans le secteur public). À l'inverse, nous avons vu comment les initiatives gouvernementales aux États-Unis ont accéléré l'adoption de la MDB.

- **La documentation des coûts et bénéfices de la MDB :** Nous avons trouvé que les clients n'avaient pas une idée claire des coûts et bénéfices de la MDB. Parallèlement, les participants aux entrevues n'avaient aucune approche systémique pour évaluer les bénéfices de l'investissement dans la MDB, outre les évaluations traditionnelles de coûts et d'exigences de temps. Il est important de mieux comprendre les coûts et les bénéfices, de façon à ce que les clients puissent prendre des décisions plus éclairées, et que les consultants et entrepreneurs puissent optimiser leurs investissements dans la technologie.
- **Les processus collaboratifs intégrés :** La littérature disponible sur le sujet et notre propre enquête confirment qu'il faut une collaboration étroite tout au long de la chaîne logistique pour obtenir les pleins bénéfices de la MDB. Ce degré de collaboration, par contre, exige des changements profonds dans la façon dont les projets sont organisés et exécutés. Les entreprises américaines à la fine pointe utilisent un processus intégré d'exécution des projets, qui permet un partage des risques et des bénéfices.
- **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.
- **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.

## 6 Conclusion

Lors de la phase 1, nous avons analysé les liens entre les processus, la technologie et la productivité dans l'industrie de la construction à l'aide de la littérature disponible sur le sujet. Nous avons souligné que :

- Les problèmes causés par l'adoption de technologies dans la construction sont liés au fait qu'elle visait principalement à automatiser des pratiques désuètes ;
- Il est possible de mesurer l'effet des TI sur la productivité pour des tâches déterminées, mais très difficile de mesurer l'effet des TI sur la productivité, puisqu'il y a trop de variables ;
- La MDB, en raison de sa nature configurationnelle, exige de repenser les pratiques afin qu'on en tire tous les bénéfices.

Dans la phase 2, nous avons observé plus en détail, d'une perspective de l'industrie, les impacts de la MDB sur les pratiques existantes en nous concentrant sur les tendances, problèmes et défis de l'adoption de la MDB. Des entrevues ont été réalisées avec des adopteurs précoces (clients, professionnels de la conception, entrepreneurs) des TI et de la MDB au Canada. Premièrement, pour découvrir des écarts possibles entre les pratiques existantes et la littérature disponible sur le sujet ; deuxièmement, pour identifier l'orientation des pratiques émergentes dans l'industrie canadienne ; troisièmement, pour évaluer les écarts dans les niveaux d'adoption de la MDB entre les acteurs du processus de construction, puis entre les industries canadienne et américaine ; et finalement, pour articuler des projets pilotes qui pourraient aider à combler ces écarts.

Il existe une littérature de plus en plus fournie sur l'adoption de la MDB dans d'autres pays. Par contre, nos analyses confirment l'importance du contexte et de la restructuration du travail dans une adoption réussie de la MDB, une dimension qui n'est jamais bien traitée. La MDB collaborative est l'objectif à atteindre pour récolter les bénéfices des technologies qui y sont associées. Le défi est de passer d'une organisation fragmentée en lots entre les spécialités à une gestion intégrée des flux de travaux et de données.

D'une perspective de l'industrie, des écarts ont été observés entre les industries canadienne et américaine. Cet écart s'explique facilement par le fait que la MDB est exigée pour la plupart des projets publics aux États-Unis, depuis 2007. Des écarts ont aussi été observés entre les entreprises œuvrant au niveau local et celles œuvrant au niveau international. Le problème central est qu'au Canada, les clients du secteur public – à l'exception d'Infrastructure Alberta – hésitent à exiger l'utilisation de la MDB. C'est une barrière importante à l'adoption de la MDB, selon les professionnels de la conception.

Un autre problème important soulevé est le manque d'information sur les coûts et bénéfices de la MDB afin d'établir des cas de pratiques au sein de l'industrie. Il y a aussi la difficulté à

déterminer des paramètres pertinents pour mesurer l'impact de ces technologies sur la productivité. Les grilles de maturité, le retour sur les capitaux investis, de meilleures prédictions concernant les coûts et les échéanciers ainsi qu'une réduction des demandes de renseignements et des ordres de modifications sont ceux qui sont les plus souvent cités par l'industrie et la littérature existante sur le sujet.

En conclusion, le secteur de la construction au Canada, et encore plus au Québec, accuse un retard important dans l'usage de ces outils et soulève plusieurs enjeux de nature organisationnelle, individuelle, procédurale et technique. En examinant de plus près cette approche intégrée dans le cadre de projets subséquents, il est possible de générer de nouvelles connaissances et pratiques qui peuvent aider l'industrie à prendre les devants dans ce domaine.

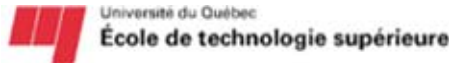
## Bibliographie

- Davenport, T. H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*, Boston, Harvard Business Press.
- Gallaher, M. P., et autres (2004). "Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the US Capital Facilities Industry", US Dept. of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology.
- Kalakota, R., et M. Robinson (2001). *e-Business 2.0: Roadmap for Success*, Addison-Wesley Professional.
- National Institute of Building Sciences (2007). *National Building Information Modeling Standard Version 1 – Part 1: Overview, Principles, and Methodologies*, NIBS, Facilities Information Council.
- Nova Scotia Construction Sector Council Industrial-Commercial-Institutional (2010). *Functional Information Technology Phase 1: Detailed Analysis*, préparé par le Construction Engineering and Management Group de l'Université du Nouveau-Brunswick.
- Venkatraman, N., et J. C. Henderson (1993). "Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations", *IBM systems journal*, vol. 32, n° 1, p. 4-16.
- Wood, C. R., et M. W. Alvarez (2005). *Emerging Construction Technologies: A FIATECH Catalogue*, préparé par FIATECH pour le National Institute of Standards and Technology.
- Young, N. W. Jr, S. A. Jones et H. M. Bernstein (2008). *Building Information Modeling (BIM): Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity*, SmartMarket Report, New York, McGraw-Hill Construction.
- Young, N. W. Jr et autres (2009). *The Business Value of BIM: Getting Building Information Modeling to the Bottom Line*, SmartMarket Report, New York, McGraw-Hill Construction.



## Annexes

### 1. Formulaire de consentement



Université du Québec

École de technologie supérieure

Formulaire d'information et de consentement  
École de technologie supérieure

*Projet de recherche et de formation en développement des technologies de construction de bâtiment*

Ce formulaire concerne une enquête réalisée auprès des utilisateurs des technologies informatiques dans la conception et la réalisation de bâtiments (BIM) et de ses usages potentiels qui augmentent la productivité dans l'industrie de la construction au Québec et en Colombie-Britannique. Le responsable de cette étude au Québec est Daniel Forgees (tél : 514-396-3668).

Le but de la présente recherche est de dresser un portrait global de l'industrie quant à l'utilisation de ces technologies, de repertorier les meilleures pratiques avec les innovations technologiques et méthodologiques en construction, d'identifier les problèmes et de cerner plus précisément les avantages et inconvénients de leur utilisation quotidienne. En tant que répondant à cette enquête, vous êtes invité à participer à une entrevue semi-structurée sur les technologies et méthodes que vous utilisez.

Votre participation à cette étude est strictement volontaire. Vous avez le droit de refuser d'y participer. Vous avez le droit de demander tout éclaircissement ou tout nouveau renseignement au cours de l'étude et vous pouvez vous retirer en tout temps. Si vous avez des questions ou des craintes de l'information concernant votre participation, vous pouvez contacter Daniel Forgees au numéro de téléphone mentionné plus haut.

Seuls les membres du projet auront accès aux données recueillies au cours de cette enquête. Pour fin de vérification, les données seront conservées 5 ans après leur analyse. Aucune utilisation secondaire de ces données n'est prévue.

*J'accepte que les réponses contenues dans ce questionnaire soient utilisées pour les fins du projet décrit ci-dessus.*

*Signature du participant*

*\_\_\_\_\_  
Nom de famille*

*\_\_\_\_\_  
Date*



**Consent and information form  
University of British Columbia**

*Project of capture and formalization of knowledge in building construction and design technologies*

This form concerns a research done with professionals who use Building Information Modeling (BIM) technology, and other computer technology to design and realize buildings, to find potential uses that will increase productivity in the construction industry in British Columbia and Quebec. The professor responsible of this research in BIM is Sheryl Stubb-French.

The goal of the present research is to get a global picture of the industry on the use of those technologies, list the best practices with the technological and methodological innovations in construction, identify problems and identify pros and cons of their daily uses. As a participant to this study, you are invited to take part in a semi-structured interview on the technologies and methods you use.

Your participation is strictly voluntary. You have the right to refuse to participate. You have the right to ask for any explanation or new information at any time. If you have questions or need information concerning your participation, you can contact Sheryl Stubb-French at the phone number previously indicated.

Only the project members will have access to the data collected during the study. For verification purposes, the data will be kept for 5 years after their analysis. No secondary use of the data is planned.

*I agree that the answers to the interviews are used for purposes of the project described above.*

*Signature of the participant*

*Research agent*

*Date*



## 2. Questionnaire du sondage

### Understanding the extent of BIM adoption

#### 1. General information

**Project Definition**

The project aims to better understand the barriers that prevent the adoption of IT in construction, more specifically, the extent of BIM\* adoption in Quebec and BC, and identify potential uses of IT that will enhance productivity in the construction industry.

\* Building Information Modeling (BIM)  
Is the development and use of a multi-faceted computer software data model to not only document a building design, but to simulate the construction and operation of a new capital facility or a recapitalized (modernized) facility.

The resulting Building Information Model is a data-rich, object-based, intelligent and parametric digital representation of the facility, from which views appropriate to various users' needs can be extracted and analyzed to generate feedback and improvement of the facility design. (GSA, 2010)

**\* 1. Full name**

**\* 2. Organization name**

**\* 3. Professional title and role**

**\* 4. Involvement in the project**

Client

Architect

Engineer

Contractor

Subcontractor

Project Manager

Other (please specify)

**\* 5. Size of the organization (number of employees)**

**\* 6. Location**

### Understanding the extent of BIM adoption

**\* 7. Activity areas**

Local  
 National  
 International

**8. From the list of project types below, please indicate the value percentage and number of ongoing projects that your firm is involved in.**

	% Value (\$)	Number of ongoing projects
Commercial	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Residential	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Institutional	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Industrial	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Infrastructure	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Others*	<input type="text"/>	<input type="text"/>

\*Please specify

### 2. BIM Implementation

**1. What is the level of the current use of BIM-tools on your projects?**

Less than 10%  
 10% - 25%  
 25% - 50%  
 50% - 100%

**2. What is your firm's primary use with BIM technology?**

Creating models (e.g., creating architectural models)  
 Analysing models (e.g., energy or structural analysis)  
 Creating and analysing models  
 Other (please specify)

**3. What BIM modeling tools (software) do you use?**

Revit (Autodesk)  
 Microstation (Bentley)  
 ArchiCAD (Graphisoft)  
 Navisworks (Autodesk)  
 Other (please specify)

**Understanding the extent of BIM adoption**

**4. For what purpose(s) do you use BIM Analysis Tools?**

- Quantity take off
- Estimating
- Scheduling
- Project Management
- Structural Analysis
- MEP Coordination
- Conflict Detection
- Fabrication
- Facility Management
- Energy Analysis
- LEED Checklist or Other Green Analysis
- Other (please specify)

**5. During which project phase(s) is BIM used (or is intended to be used) by your firm?**

- Planning/Requirement
- Design
- Tendering
- Construction
- Maintenance

**Understanding the extent of BIM adoption**

**6. What are the factors that limit your full use of BIM?**

- Not enough demand from clients and/or other firms on projects
- Lack of sufficient time to evaluate it
- Software too expensive
- Functionality doesn't apply well enough to what we do
- Required hardware upgrades too expensive
- Coordination
- Inexperience end users
- Modifications exchange
- Other (please specify)

**7. What kind of training method do you use internally to enhance BIM expertise within your firm?**

- Outsource BIM
- Each is Self-Taught
- Internal Trainers
- Outside Locations
- External Trainers Visit Office

**8. What is the percentage of employees who have been trained in BIM?**

- Less than 10%
- 10% - 25%
- 25% - 50%
- 50% - 100%

**9. Of these employees, what is the percentage of who use BIM-tools on a regular basis?**

- Less than 10%
- 10% - 25%
- 25% - 50%
- 50% - 100%

**10. What type of employee typically creates or uses BIM-tools in your firm?**

- Technicians (technical drawer, etc.)
- Professionals (architect, engineer, etc.)
- Other (please specify)

**11. What are the current problems that your firm faces regarding BIM training?**

- Insufficient training methods
- Training cost
- Users resistance
- Lack of skills (trainee)
- No problems
- Other (please specify)

**3. BIM Development**

**1. In your firm, how do you evaluate the impact of BIM regarding the following aspects? (1 least important, 5 most important)**

	1	2	3	4	5
Improved project outcomes such as fewer RFIs and field coordination problems	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Better communication because of 3D visualisation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Productivity improvement of personnel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Positive impact of winning projects	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Life cycle value of the BIM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ability to secure plan approval and construction permits faster	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**2. In your firm, how do you evaluate the impact of these obstacles to BIM adoption? (1 least important, 5 most important)**

	1	2	3	4	5
Initial cost of software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Initial cost of staff training	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disruption to implement new processes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Requirement for new hardware to keep up with the software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ongoing costs of software and training	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Understanding the extent of BIM adoption

**3. In the matrix below, rate the following items in terms of the most and least valuable uses of BIM in your firm TODAY?. (From 5 most valuable to 1 least valuable)**

	1	2	3	4	5
3D Presentation/visualization	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4D scheduling	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5D Cost estimation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spatial coordination	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Client engagement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fabrication	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quantity take off	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Documentation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shop drawing process	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energy analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other (please specify the value)	<input style="width: 100%;" type="text"/>				

**4. In the matrix below, rate the following items in terms of the most and least valuable uses of BIM in your firm for THE NEXT 5 YEARS. (From 5 most valuable to 1 least valuable)**

	1	2	3	4	5
3D Presentation/visualization	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4D scheduling	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5D Cost estimation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spatial coordination	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Client engagement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fabrication	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quantity take off	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Documentation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shop drawing process	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Energy analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other (please specify the value)	<input style="width: 100%;" type="text"/>				

## Understanding the extent of BIM adoption

### 5. How important do you think BIM will be to the construction industry in 5 years?

- Very high importance
- High importance
- Moderate importance
- Low importance
- No importance

### 3. Protocole d'entrevue TI

The respondent will be informed from the beginning that the duration of the interview is about **one hour**, and that the interview contains **two (or three) sections**: general information (*in case we do not have this information from questionnaires*), the current situation (organisational and procedural issues and technical issues), and perspectives.

#### I. General Information

- Organisation name
- Contact person (field/role and responsibility/professional title)
- Size of organisation (number of employees, departments)
- Type of organisation (architecture, construction, management, etc.)
- Location(s)
- Activity areas (local, national, international)
- IT department (*if yes, how important? what is its role?*)

#### II. Current situation (Current practices)

The findings of **Phase one** highlighted the necessity of reconsidering the organisational, procedural, and technological issues to improve construction performance. This section gathers information about the current situation and problems that the representatives face in their construction work.

*Sentences in italic can help to direct the interview.*

##### a. Organisational and procedural issues

**Q1. What is the present structure in your organisation? (*To be more specific: the organisational structure for a specific project, for example*)**

*This question helps to focus on understanding the current structure of the company. How they work; how their teams are structured; if there is any specific division for tasks; if there is a communication strategy; and if this structure is fixed for all projects or can it be changed in relation to the nature or the phase of a project.*

**Q2. In regards to project phases, can you identify any problems that you have encountered-? And if so, in which phase?**



*This question provides information about the problems that can be faced during the project phases (e.g. management problems, IT problems, etc.)*

**Q3. How would you describe the relationships between project teams during the project phases?**

*This question can be complementary to the previous one. It will help to assemble information about how stakeholders communicate and collaborate during a project. Are there any integration efforts--for example, interaction with a client (meeting clients' requirements before, during, and after the project), with suppliers, and/or with subcontractors (integration in the process), etc.?*

**Q4. Has your company set up a programme to evaluate the strengths and weaknesses of the work process? Have any changes been made based on this evaluation? If not, how would you improve your process?**

*The responses to these questions will help to assess how innovative the company is in terms of R&D, training, work reviewing, and introducing new technologies, as well as how the company intends to improve the process.*

**b. Technical issues**

**Q5. How would you describe the level of technology use in your company?**

*This question is posed to so that the company's level of maturity of with technology can be evaluated--; if IT is seen as an important part of their business, or if it is perceived as a completely separate entity, and if there is any investment in this area. The responses in the questionnaires help to determine the type of technology used in each company.*

**Q6. What are the main challenges that face IT (technology) implementation in your company?**

*Perhaps our most crucial question in this section--the responses will indicate the most important barriers for IT implementation. These barriers might be related to different risks: management, financial, technological, cultural, etc.*

**Q7. What is the actual impact of IT on your company's goals and employees?**

*This question can identify the role of IT in the company. Does it have no impact, or a positive impact? Is it considered to be a supporting tool merely to improve business and reduce cost, or is it crucial for innovation and business improvement?*

**III. Perspectives**

This section collects information about the representatives' vision and knowledge in implementing new business models and technology (e.g. BIM, IPD, etc.), and records what they think about this new transformation in business.

**Q8. What are the technologies—in your opinion—that will be - used in the Canadian construction industry over the next five years?**

*This question helps to identify promising technologies that will likely be implemented in construction projects in the near future.*

**Q9. What impact do you think these technologies would have on current business model (practices)? And what would be the role of government in this case?**

*This question is brought up to determine how the construction business model would be changed by implementing these promising technologies.*

## 4. Protocole d'entrevue MDB

### I. General Information

- Organisation Name
- Contact person (field/Role and responsibilities/professional title)
- Date
- Hour

### II. BIM Implementation<sup>34</sup>

This section allows gathering information about the actual situation and problems that face the respondents in their construction work using BIM.

#### A. BIM experience

**Q1. How many BIM projects have you (your firm) been involved on?**

**Q2. Do you work on one model? or with many models serving various purposes? How you do collaborate?**

- *Kind of model;*
- *How do you work with this or these models?*
- *Collaboration methods*

*This question allows knowing the degree of **collaboration** in the process, if there are any problems in exchanging data, and what are the sources of these problems, etc.*

**Q3. What kind of problems do you think you would be avoiding by using BIM?**

**Q4. Can you describe the process that your firm has gone through to integrate BIM into your work practice?**

- *How did you first get started?*
- *What has been your progression, in terms of learning from project to project?*

---

<sup>34</sup> Sentences in italic can help to direct the interview.

- *Have you set up guidelines or procedures for project implementation?*
- *How have you set up training with your firm?*

## **B. BIM Advantages/Challenges**

**Q5. What are the benefits of using BIM-tools on your projects? Or how do you measure the impact of BIM on your projects?**

- *Fewer RFI's*
- *Fewer CO's*
- *Less cost growth*
- *Shorter project duration*
- *Less rework*
- *Increased productivity*
- *Less project administration time...*

**Q6. Who benefits the most from using BIM-tools? And why?**

- *Client*
- *Specialist (Architect, engineer (structural, MEP), etc.)*
- *Construction manager*
- *Contractor/subcontractor*

**Q7. What are the challenges that you have encountered within your firm in implementing BIM?**

- *Financial*
- *Management*
- *Cultural*
- *Technical*
- *Collaboration*
- *Training*

- *Other*

**Q8. What are the challenges that you have encountered on your projects when implementing BIM?**

**Q9. What is the actual impact of BIM on your work practices?**

- *Employees*
- *Business model*
- *Process*
- *Organizational structure*
- *Deliverables*
- ***Internal collaboration***
- ***External collaboration***

*This question allows identifying if there are specific plans that have been set for BIM uses in the firms, and if there is a BIM manager, BIM (IT) department, that can make the coordination between BIM users, etc.*

### **III. Perspectives**

*This section allows gathering information about the respondents' vision and knowledge in implementing the new technology (BIM), and what they think about this new transformation in business.*

**Q10. What the firm's strategy in using BIM?**

- *BIM Manager*
- *BIM protocol/Plans*
- *BIM consultant*
- *Hiring more BIM users (senior, intermediate, junior)*

**Q11. What have you learned from the project that you worked on by using BIM?**

**Q12. How do you think you will be investing in BIM during the next five years?**

- *ROI*

**Q13. What do you think will be the impact of BIM on the business model in five years?**

**IV. Pilot project**

*This section is an invitation for the respondents to participate in our next phase: Focus group and pilot project.*

**Q14. Are you interested in participating in focus group session for BIM development?**

**Q15. Are you interested be a part of our pilot project?**