BIM Québec

AEÉCQ Association des estimateurs et des économistes de la construction du Québec

Guide de référence

BIM et gestion des coûts

De l'estimation initiale à la maîtrise budgétaire

Octobre 2026



Liste des contributeurs

Nous tenons à remercier les participants du Comité BIM 5D du **Groupe BIM du Québec**, de l'**Association des Estimateurs et des Économistes de la Construction du Québec** et de l'**Association des firmes de génie-conseil du Québec** pour leur participation à la rédaction et à la validation de ce guide.

Sylvain Bittner-Lamy	Strategia Conseil
Martin Lafleur	Groupe BIM du Québec
Steeve Lamontagne	AEECQ et Dinamo
Jonathan Lapointe	Pluritec
Yacine Mezrag	Groupe BIM du Québec
Carlos Pedraza	DBA Experts-Conseils
Mathieu Robitaille	Groupe BIM du Québec
Eugène Shkor	Turner & Townsend
Maude Sirois	Société québécoise des infrastructures
Karine Turcotte	Decasult
Patrick Vallerand	AEECQ et Strategia Conseil
Alexandre Vasconcelos	École de technologie supérieure
Adam Yousfi	École de technologie supérieure

Groupe BIM du Québec

410 rue Saint-Nicolas, bureau 236
Montréal, QC, H2Y 2P4
www.bimquebec.org
(514) 312-8348

L'Association des Estimateurs et des Économistes de la Construction du Québec

1262 rue Victor Hugo
Repentigny, QC, J5Y 3R8
www.aeecq.org
(450) 654-8524

Préface

La modélisation des données des infrastructures[1] (BIM) s'impose aujourd'hui comme une révolution majeure dans la manière de concevoir, construire et gérer les bâtiments et les infrastructures. Parmi les nombreuses applications qu'apportent la valorisation de ces données, le BIM ouvre de nouvelles perspectives en reliant directement les modèles numériques aux données économiques du projet.

Parmi les usages possibles du modèle numérique, notons, entre autres, le relevé de quantités et l'estimation des coûts. L'usage de modèle nous permettant de parler de « coût », aussi appelé « BIM 5D », permet d'associer chaque élément du modèle à des informations de coût, offrant ainsi une vision dynamique et prédictive du budget tout au long du cycle de vie du projet. Grâce à cette approche, les acteurs - maîtres d'ouvrage, concepteurs, ingénieurs, économistes et entreprises - peuvent anticiper les impacts financiers des décisions de conception, suivre l'évolution des dépenses en temps réel et renforcer la transparence des processus de gestion.

Ce guide de référence a pour objectif de fournir une compréhension opérationnelle du « BIM 5D » : les principes, outils, méthodes et applications concrètes. Il s'adresse à l'ensemble des professionnels du secteur de la construction souhaitant intégrer la dimension économique au cœur de leur démarche de valorisation de la donnée, dans une logique d'efficacité, de fiabilité et de durabilité.

À travers des explications théoriques, des retours d'expérience et des bonnes pratiques, ce guide a été spécialement conçus par le comité d'experts du Groupe BIM du Québec et de l'Association des estimateurs et économistes de la construction du Québec comme un outil de référence pour accompagner la transition numérique et financière des projets de construction vers une gestion plus intelligente, collaborative et intégrée.

[1] *Building Information Modeling* (BIM) en anglais

Les porteurs du Guide

Le Groupe BIM du Québec

Le Groupe BIM du Québec (GBQ) est un organisme à but non lucratif qui joue un rôle central dans l'adoption, la diffusion et la structuration des pratiques liées au BIM au Québec. Regroupant plus de 70 partenaires industriels, il agit comme catalyseur de l'innovation numérique dans le secteur de la construction en mobilisant les acteurs publics et privés autour de standards communs, de bonnes pratiques et de projets collaboratifs.

GBQ contribue activement à la montée en compétence du secteur, notamment par des activités de formation, de veille technologique et de concertation intersectorielle. Il intervient principalement auprès d'entreprises ayant déjà amorcé leur virage numérique ou souhaitant intégrer les meilleures pratiques et technologies numériques telle que le BIM. Son accompagnement est spécialisé, technique et adapté aux enjeux opérationnels des entreprises.

L'Association des estimateurs et économistes de la construction du Québec

L'Association des estimateurs et des économistes de la construction du Québec (AEÉCQ) est une organisation qui regroupe les professionnels qui exercent les professions d'économiste de la construction et d'estimateur de la construction au Québec.

L'AEÉCQ fut fondée en 1973 et incorporée sous la Loi des compagnies du Québec par les membres de la section de Montréal de l'Institut canadien des économistes en construction (*Canadian Institute of Quantity Surveyors*), qui à son tour, avait été fondée à Toronto en 1959 par des « *Quantity Surveyors* » originaires de la Grande-Bretagne.

La mission de l'association est d'être un acteur incontournable dans l'industrie de la construction en matière de coûts, de faire reconnaître professionnellement les spécialistes du domaine et de favoriser les échanges de connaissances en économie de la construction, afin de promouvoir l'avancement de la profession, en collaboration avec les organismes et les professionnels du secteur.

Table des matières

1. Introduction 9
   1.1. Pourquoi un guide? 11
   1.2. Objectif du guide 11
   1.3. Méthodologie du guide 11
2. Constats issus du sondage 13
   2.1. Le BIM pour la maitrise des coûts 13
   2.2. Un usage encore limité du 5D 13
   2.3. Améliorer l'offre de formation 13
   2.4. Une implication inégale 14
   2.5. Supporter les PME 14
3. Fondements du BIM 5D 15
   3.1. De la 3D à la 5D : l'évolution vers une approche intégrée 15
   3.2. Avantages du BIM 5D selon les phases du projet 16
   3.3. Les cas d'usages BIM liés à la gestion de l'information des coûts 17
   3.4. Précautions d'usage du BIM 5D 20
   3.5. Recommandations 21
4. Intégration des processus 22
   4.1. Gestion du processus avec le PGB 22
   4.2. Flux de travail BIM 5D 23
   4.3. Responsabilités dans le contrôle des coûts 23
   4.4. Coordination entre MOA, MOE, entreprises et économistes 24
   4.5. Recommandations 27
5. Structuration des données, méthodes d'estimation des coûts et de quantification 28
   5.1. Structuration des données 28
   5.2. Méthode d'estimation des coûts 30
   5.3. Quantification et extraction de données 32
   5.4. Utilisation de bases de données externes 33
   5.5. Association des coûts aux objets du modèle 33
   5.6. Logiciels BIM 5D 34
   5.7. Approche openBIM 34
   5.8. Recommandations 35
6. Gestion des actifs et coût global et modélisation pour la maintenance 38
   6.1. Le BIM 5D pour soutenir l'exploitation et la gestion des actifs 38

6.2. Rôle des standards ouverts dans l'estimation en exploitation 39
6.3. Recommandations 40
7. Conclusion et feuille de route d'implantation 41
7.1. Stratégie d'adoption par étapes 41
7.2. Perspectives de recherche et développement futur 42
7.3. Résumé des recommandations de chaque section 42
Annexe I – Lexique et liste des acronymes 44
Lexique 44
Liste des acronymes 46
Annexe II - Sondage 2025 sur les pratiques BIM 5D 49
Objectifs et méthodologie du sondage 49
Profil des répondants 49
Taille des entreprises 50
Compétences 51
Des défis partagés 52
Tendances de la maitrise d'ouvrage 53
Tendances des concepteurs et maitres d'œuvre 54
Annexe III – Complément d'informations 60
Automatisation des processus 60
Intégration avec les systèmes ERP ou autres 61

Tableaux

Tableau 1. Typologie des rôles et responsabilités 24
Tableau 2. Exemple simplifié – phase de conception détaillée 24
Tableau 3. Exemple de tableau qui définit la précision attendue par phase de projet 29
Tableau 4. Fonctionnalité clé de plugins et les cas d'usage BIM auxquels elles répondent 61

Figures

Figure 1. Proportion de répondants qui utilisent des maquettes numériques 13
Figure 2. Les dimensions du BIM et quelques usages qui y sont reliés..... 15
Figure 3. Avantages associés à l'exploitation des données via le BIM 5D..... 16
Figure 4. Répartition des répondants par catégories d'acteurs 50
Figure 5. Taille des entreprises des répondants 50
Figure 6. Compétences technologiques selon les tailles d'équipes projets 51
Figure 7. Part des projets utilisant des maquettes numériques 52
Figure 8. Principaux enjeux en lien avec l'adoption du BIM 53
Figure 9. Proportion de projets respectant le budget prévu..... 53
Figure 10. Principaux avantages du BIM mentionnés par les répondants 54
Figure 11. Proportion de projets qui respectent le budget chez les concepteurs 55
Figure 12. Proportion de projets qui respectent le budget chez les maîtres d'œuvres..... 55
Figure 13. Principaux avantages de l'usage du BIM pour l'analyse et le suivi des coûts chez les maîtres d'œuvre 56
Figure 14. Principaux avantages de l'usage du BIM pour l'analyse et le suivi des coûts chez les concepteurs..... 56
Figure 15. Évaluation de la qualité de la communication entre parties prenantes par chacune d'elles 57
Figure 16. Plateformes collaboratives utilisées par les parties prenantes..... 58
Figure 17. Fréquence de mise à jour des maquettes par catégories d'organisation 59

1. Introduction

La transition numérique est désormais non seulement inévitable, mais elle touche également toutes les industries et les disciplines de travail. Le secteur de la construction n'échappe pas à la règle, et plus encore, sa digitalisation n'est qu'un pas vers l'adoption de nouvelles technologies encore plus avancées. Dans les prochaines années, le secteur peut s'attendre à un changement majeur et profond des pratiques de construction. Les nouvelles technologies de l'information, guidées par l'arrivée de la modélisation des données des infrastructures (BIM) sont désormais présentes dans un grand nombre de projets. Les technologies de l'information désignent l'« Ensemble des matériels, logiciels et services utilisés pour la collecte, le traitement et la transmission de l'information »[2]. Plusieurs de ces technologies, telles que le téléphone portable, ont bouleversé les modes de communication dans l'industrie. Leur présence est désormais considérée banale et il serait difficile d'envisager un retour en arrière.

Le BIM, défini comme « un ensemble de technologies, de processus et de politiques permettant à de multiples parties prenantes de concevoir, construire et exploiter en collaboration un actif dans un espace virtuel » [3], est devenu le pilier central de cette transition numérique en améliorant la collaboration entre les acteurs et, ainsi, l'efficacité des projets. Au centre des pratiques BIM se trouve une maquette numérique paramétrique intégrant différentes informations liées au projet. Cette maquette représente la géométrie de la construction, accompagnée d'informations sur les matériaux, les compositions ou encore d'informations temporelles et financières. C'est idéalement autour de cette maquette que l'ensemble des parties prenantes accèdent à une source d'information unique, cohérente et actualisée.

Grâce à une prise de décisions optimale qui se fait dès les phases initiales du projet, cette approche collaborative facilite la conception du projet, réduit les erreurs de chantiers et permet une gestion de la construction plus efficace. Par ailleurs, en structurant l'information tout au long du cycle de vie d'un projet, le BIM améliore également la gestion des phases d'exploitation et de maintenance, optimisant ainsi les coûts d'opération sur le long terme. En offrant de nouvelles possibilités d'analyse et de gestion intégrée, notamment sur le plan économique, il devient un outil indispensable pour maîtriser la complexité croissante des projets de construction.

[2] https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8875723/technologies-de-linformation
[3] https://bimdictionary.com/fr/building-information-modelling/2

Aujourd'hui, chaque paramètre intégré au modèle BIM est communément attaché à une « dimension » ou des « groupes d'usages » permettant de différencier les fonctionnalités déployées : la 3D représente la géométrie du projet, permet sa visualisation et facilite la coordination spatiale ; la 4D introduit la dimension temporelle pour planifier et coordonner la construction, l'exploitation et le maintien de l'infrastructure ; la 5D renvoie à l'estimation des coûts et à la gestion budgétaire.

D'autres groupes d'usages existent, mais leurs terminologies et fonctionnalités sont moins communément acceptées que les précédentes. Par exemple, la dimension 6D peut intégrer les analyses environnementales ou énergétiques. La 7D peut concerner la gestion en phase d'exploitation ou, dans d'autres cas, la sécurité. Bien que ces dimensions facilitent la compréhension et le classement des utilisations du BIM, il est vivement conseillé de simplifier ces appellations en se référant au concept de cas d'usages BIM. Ainsi, le BIM 5D offre à l'expert en coûts différents cas d'usages, tels que la gestion paramétrique des quantités et des matériaux, la coordination des ressources et des approvisionnements, l'ingénierie de la valeur perçue du projet ou encore l'évaluation du coût global.

L'ajout de la 5D permet ainsi d'enrichir les modèles 3D en intégrant les paramètres économiques et temporels du projet. Dans la littérature et les guides de pratique, le BIM 5D est défini de différentes façons : comme l'association directe des coûts aux éléments modélisés ; comme l'intégration de l'information financière à un environnement 4D afin de soutenir l'élaboration budgétaire, le suivi financier et l'optimisation des coûts[4] ; ou encore comme un usage du BIM visant à appuyer la production de quantités et d'estimations de coûts tout au long du cycle de vie des projets d'ingénierie, incluant bâtiments, infrastructures et ouvrages civils[5]. Dans le contexte québécois, la Société québécoise des infrastructures [6] privilégie une approche du BIM 5D axée sur l'amélioration des processus d'élaboration des budgets et de suivi des coûts en cours de réalisation, notamment par l'utilisation d'outils BIM qui favorisent une gestion des données utiles à l'estimation et à la prise de décision [7]. Idéalement, chaque élément modélisé est associé à des données de coût et, lorsque pertinent, à une référence de planification, ce qui permet des estimations financières dynamiques et évolutives.

[4] *Manuel des pratiques canadiennes pour le BIM – CPBM – https://buildingsmartcanada.ca*
[5] *GSA – https://www.gsa.gov et Penn State – https://www.engr.psu.edu/ae/cic/bimex*
[6] *SQI – https://www.sqi.gouv.qc.ca*
[7] *Feuille de route BIM PCI de la SQI – https://www.sqi.gouv.qc.ca/expertises/pratiques-integrees-bim-pci/feuille-de-route-bim-pci-de-la-sqi*

Dans le contexte de la transition numérique de l'industrie de l'ingénierie et de la construction, le BIM 5D s'impose ainsi comme un levier essentiel. Il permet de répondre aux besoins croissants en matière de contrôle budgétaire, de précision, de fiabilité des données et de transparence financière, et ce, pour l'ensemble des types de projets.

1.1. Pourquoi un guide?

Si une vision claire et structurée n'est pas adoptée par les acteurs du secteur, la multiplication rapide des nouvelles technologies numériques et des vastes quantités de données disponibles, communément appelées « Big Data », peut rapidement devenir un enjeu incontrôlable au sein des projets. Adopter le BIM nécessite de structurer ce maelstrom de données, de processus et de technologies.

Pour les estimateurs et économistes, la 5D complexifie les pratiques traditionnelles et impose une nouvelle manière d'envisager les coûts à travers des maquettes numériques partagées. Ce guide propose donc une vision commune auprès des acteurs de la construction québécoise pour harmoniser les pratiques, faciliter la montée en compétence et soutenir une transition numérique cohérente à l'échelle de l'industrie.

1.2. Objectif du guide

L'objectif de ce guide est de fournir une base claire sur les fondements du BIM 5D et son utilisation tout au long du cycle de vie des projets de construction, couvrant les phases de conception, réalisation et exploitation. En proposant une approche commune, ce guide vise à favoriser les échanges et la collaboration entre les parties prenantes dans le cadre des estimations de projets. Destiné à toute personne œuvrant dans le domaine de la construction, il est conçu pour supporter les professionnels de l'industrie qui doivent intégrer l'aspect financier à leurs pratiques BIM. Par son élaboration, l'AEÉCQ et le GBQ souhaitent guider l'industrie vers de meilleures pratiques financières et numériques ainsi que d'encourager les entreprises québécoises à collaborer pour optimiser l'aspect économique des projets.

1.3. Méthodologie du guide

Ce guide est le résultat d'un travail concerté mené par un comité spécialement formé à cet effet. Ce comité regroupe des représentants de l'École de technologie supérieure (ÉTS), par l'intermédiaire du Groupe de recherche en intégration et développement durable en environnement bâti (GRIDD), des experts du GBQ, ainsi que des spécialistes en estimation issus de l'AEÉCQ. Plusieurs réunions de travail ont été tenues afin de mettre en commun les expertises, de discuter des réalités de terrain et de structurer les contenus de façon cohérente et adaptée au contexte québécois.

La méthodologie adoptée s'appuie principalement sur une démarche consultative menée auprès des professionnels du secteur de la construction. Un sondage détaillé a été conçu puis diffusé à travers un large réseau, principalement par l'intermédiaire de l'AEÉCQ et du GBQ. Les répondants, issus de divers métiers (entrepreneurs, consultants, maîtres d'ouvrage, etc.) et de structures de tailles variées, ont permis de brosser un portrait large de l'utilisation du BIM dans l'estimation. Les résultats ont mis en évidence une diversité d'approches et un niveau de connaissance globalement avancé bien que teinté d'un besoin partagé de structuration des pratiques. Ce diagnostic a guidé la rédaction collaborative de ce guide, avec l'objectif clair d'établir une base commune pour l'estimation en contexte BIM et de soutenir l'évolution des pratiques à l'échelle de l'industrie.

Le guide est structuré en six sections principales. Il débute par une présentation rapide des résultats du sondage, mis à disposition en annexe. La section suivante pose les fondements du BIM 5D, expliquant l'intégration des coûts dans le BIM. Le guide explore ensuite les rôles et responsabilités des différents intervenants (donneurs d'ouvrage, concepteurs, constructeurs, exploitants), puis détaille l'intégration des processus, incluant la gestion des informations et les modalités contractuelles. Une section est dédiée à la structuration des données, aux méthodes d'estimation des coûts et à la quantification, incluant les niveaux d'information (LOI), la classification des coûts, l'association des coûts au modèle, ainsi que l'utilisation de bases de données externes. Enfin, la dernière section porte sur les technologies, outils et enjeux d'interopérabilité, en appui à la mise en œuvre concrète des pratiques BIM 5D.

2. Constats issus du sondage

2.1. Le BIM pour la maitrise des coûts

Les résultats démontrent un besoin fort de nouvelles approches qui permettront de mieux maitriser les coûts des projets de construction. Chaque catégorie d'acteur a fait l'état d'une difficulté à respecter les budgets prévus et d'une volonté de connaitre de nouvelles pratiques pour le suivi des coûts. En ce sens, les participants déjà convertis au BIM 5D ont déclaré que l'utilisation des maquettes permettrait d'améliorer la maitrise financière des projets.

2.2. Un usage encore limité du 5D

Tel qu'illustré par la Figure 1, la majorité des répondants travaillent déjà avec des maquettes numériques et expriment un intérêt pour de meilleures pratiques de suivi des coûts.

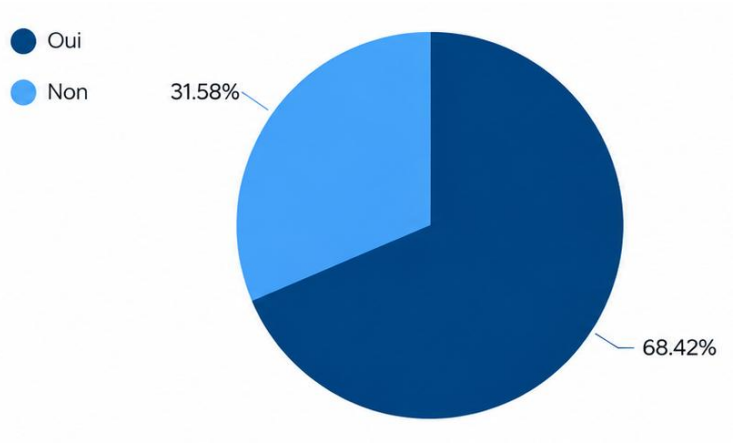


Figure 1. Proportion de répondants qui utilisent des maquettes numériques

Pourtant, très peu exploitent les données numériques qui s'y rapportent. Parmi les répondants, seuls 20% des maîtres d'œuvre et 31% des concepteurs y ont recours. Ce décalage montre que les attentes en matière de gestion budgétaire progressent plus vite que l'usage réel des outils permettant de les soutenir.

2.3. Améliorer l'offre de formation

Les données reflétant les enjeux montrent clairement que la formation est aujourd'hui un besoin urgent pour l'industrie de la construction. La majorité des professionnels actifs dans le BIM ont plus de 30 ans. Il est donc nécessaire d'accompagner ces professionnels déjà en poste avec des programmes de formation concrets pour une montée en compétence rapide. Il est aussi tout important de supporter la formation universitaire afin de préparer la relève à ces nouvelles pratiques.

2.4. Une implication inégale

Les résultats démontrent que l'élan du BIM 5D est surtout porté par les entrepreneurs généraux, suivis des consultants et de certains maîtres d'ouvrage publics, qui sont les plus actifs dans l'usage des plateformes collaboratives et la mise à jour des maquettes. À l'inverse, les maîtres d'ouvrage privés, les architectes, les ingénieurs et les acteurs technologiques interviennent plus sporadiquement. Cette répartition crée une chaîne numérique où l'essentiel de l'effort repose sur les équipes opérationnelles au détriment d'une continuité réellement partagée entre tous les acteurs. Il est donc nécessaire de définir les responsabilités de chacun pour une adoption pérenne.

2.5. Supporter les PME

La maitrise d'ouvrage semble de plus en plus se tourner vers l'utilisation de maquettes numériques, marquant ainsi un tournant important pour l'industrie qui devra s'adapter à ces pratiques. Cependant, la plupart des répondants proviennent d'organisations de 11 à 500 personnes, ce qui met en évidence la nécessité d'adapter le BIM 5D aux réalités des PME. Bien que ces résultats ne soient pas représentatifs de l'ensemble du marché québécois, ils montrent tout de même que la réussite de l'adoption 5D passera par sa capacité à s'ancrer dans les pratiques des PME.

3. Fondements du BIM 5D

3.1. De la 3D à la 5D : l'évolution vers une approche intégrée

Le BIM a transformé la manière dont les projets de construction sont conçus, planifiés, construits et exploités. Pour plusieurs, le BIM se limite à la modélisation tridimensionnelle (3D), offrant une représentation géométrique et visuelle du bâtiment. Cette représentation 3D, bien qu'efficace pour la coordination, ne suffit pas à répondre aux besoins croissants des projets en matière d'amélioration de la planification et du contrôle des coûts, faute d'intégrer les informations nécessaires au-delà de la simple géométrie. La Figure 2 introduit la quatrième et la cinquième dimension comme étant des concepts qui regroupent des usages de données en lien avec la planification temporelle ainsi que la planification financière du cycle de vie d'un actif.

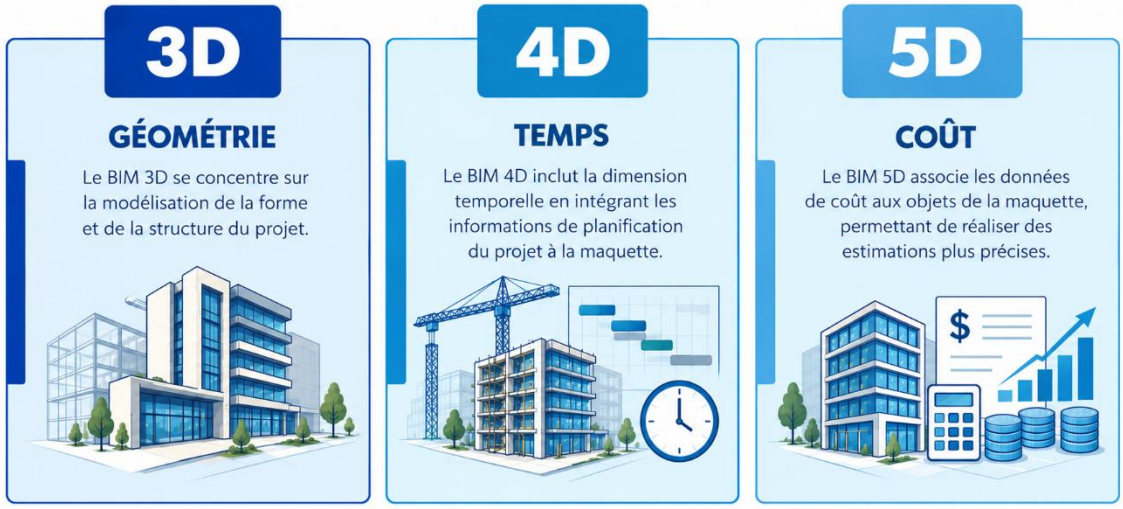


Figure 2. Les dimensions du BIM et quelques usages qui y sont reliés

Le BIM 5D permet de produire des estimations budgétaires plus précises et dynamiques, en fonction de l'évolution du projet et du niveau de détail de la maquette. Il représente une étape importante vers un contrôle plus rigoureux et collaboratif des projets. La Figure 3 identifie quelques-uns des avantages liés à l'exploitation des données via le BIM 5D.

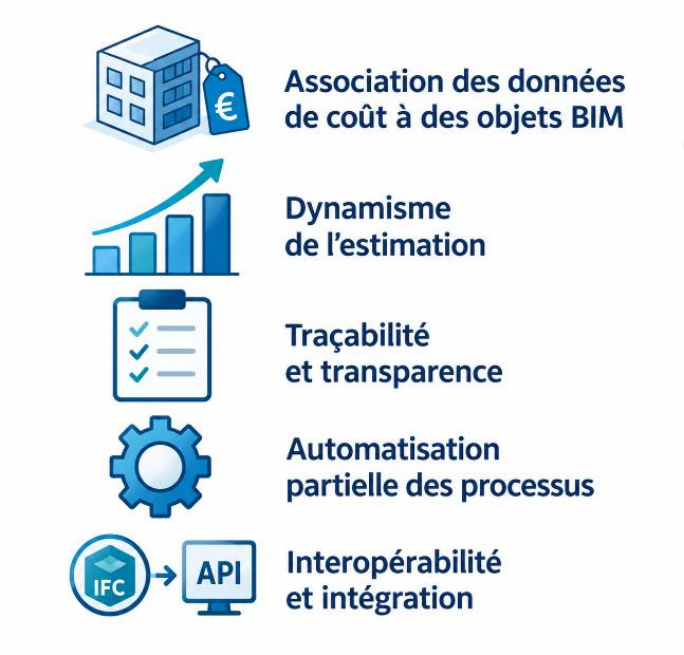


Figure 3. Avantages associés à l'exploitation des données via le BIM 5D

L'estimation des coûts par le BIM permet notamment une association des données de coût aux objets BIM, permettant une estimation dynamique et transparente. Il automatise certaines tâches d'estimation, libérant du temps pour l'analyse et la gestion des risques.

3.2. Avantages du BIM 5D selon les phases du projet

L'adoption du BIM 5D représente des bénéfices à chaque étape du cycle de vie du projet.

Phase de faisabilité APS/conception préliminaire	• Simulation de plusieurs options de conception architecturales. • Aide à fixer des budgets réalistes plus tôt dans le cycle de projet. • Soutient la prise de décision basée sur des critères objectifs (valeur, coût, durabilité). • Détecte rapidement les options non viables financièrement.
Phase de conception détaillée	• Permet de raffiner les estimations à mesure que le modèle évolue. • Facilite la détection des écarts de quantités. • Offre un support aux appels d'offres en lien avec les livrables du modèle.

Phase de construction	• Améliore le suivi des coûts en temps réel si les mises à jour du modèle sont fréquentes. • Réduit les risques de dépassement budgétaire grâce à un meilleur contrôle des quantités. • Soutient le travail de contrôle budgétaire et la gestion des avenants. • Permet d'intégrer les écarts réels dans une base de données pour futurs projets.
Phase d'exploitation	• Offre une base pour estimer les coûts de remplacement et d'entretien. • Facilite les analyses de cycle de vie (ACV). • Permet une planification à long terme des investissements dans les actifs. • Prépare les données pour une exploitation efficiente dans les outils GMAO/ERP.

3.3. Les cas d'usages BIM liés à la gestion de l'information des coûts

Pour chacun des objectifs du projet, un cas d'usage du modèle peut être défini, lequel « représente les interactions entre un utilisateur et un système de modélisation afin de générer des livrables basés sur le modèle ».[8] Certains usages existants dans la dimension du BIM 5D sont décrits dans cette section.

3.3.1. Gestion paramétrique des quantités et des matériaux

Les maquettes numériques présentent l'avantage de visualiser non seulement le rendu en 3D d'un projet, mais surtout d'en manipuler les paramètres. Dans le domaine de l'estimation des coûts, cette fonctionnalité permet notamment de faciliter l'extraction des quantités afin de générer des relevés de quantités automatiques tout au long du projet. Le BIM permet ainsi de suivre en temps réel les spécifications des classes et des normes des matériaux, leur performance et leurs effets sur les coûts. Les bénéfices sont une extraction précise et rapide des quantités de matériaux du projet, permettant d'explorer plus facilement des différentes options de conception dans le cadre du budget du propriétaire.

Pour déployer cet usage, il sera nécessaire de disposer d'un logiciel de traitement des maquettes, de plus, l'estimateur et l'équipe de conception devront développer des procédures de modélisation, si possibles standardisées, afin d'assurer la qualité des informations et leur extraction précise.

[8] https://bimdictionary.com/fr/model-use/1

3.3.2. Estimation des coûts

Cet usage de modèle vise à l'application de méthodologies analytiques pour identifier et évaluer les coûts de construction. L'estimation des coûts peut être réalisée manuellement ou de manière entièrement automatisée. Cet usage sert également la planification des coûts, ce qui permet d'établir des prévisions budgétaires précises. La planification des coûts englobe également le processus de suivi des coûts et des dépenses engagées au fil des phases de conception et de construction.

L'utilisation du BIM pour l'estimation permet d'en automatiser le processus, offrant la possibilité de générer davantage d'estimations de coûts et ainsi de mieux maîtriser les dépenses du projet. Ajoutée à un calendrier de construction, l'estimation des coûts peut aider à contrôler l'évolution des budgets, anticiper les dépassements et gérer les paiements ainsi que les réclamations après la construction.

3.3.3. Analyse des risques et des scénarios de déroulement de projet;

Le BIM 5D offre un appui concret pour l'usage des modèles pour l'analyse des risques et l'évaluation des scénarios de projet. L'intégration des coûts dans un modèle commun permet de visualiser précisément les espaces sensibles du projet et de relier chaque risque à des éléments constructifs identifiés. Ce niveau de détail permet une analyse des impacts potentielles sur les coûts, les volumes et les plannings de travaux.

Les registres de risques peuvent aussi gagner en précision lorsqu'ils sont rattachés directement aux objets du modèle. Les équipes peuvent suivre l'évolution d'un risque en fonction des modifications apportées au modèle, documenter les mesures d'atténuation et vérifier si les choix de conception réduisent réellement les incertitudes. Le modèle devient alors un support visuel et analytique. La gestion des risques bénéficie également de la comparaison de scénarios permettant aux équipes d'évaluer leur incidence sur les coûts, les délais ou la complexité opérationnelle, puis de déterminer le scénario le plus judicieux.

3.3.4. Analyse de la valeur et livraison à valeur cible

La rapidité offerte par l'automatisation de tâches habituellement chronophages laisse plus de temps à l'expert en coûts pour des analyses interprétatives pour l'optimisation financière du projet.

Ainsi, l'usage de modèle BIM soutient aussi l'analyse de la valeur, facilitant la comparaison de concepts alternatifs (types de façades, configurations de la mécanique du bâtiment, méthodes de construction) selon des critères de performance (ce qui influence la valeur perçue du projet).

La livraison à valeur cible peut par exemple être une méthode pouvant profiter des fonctionnalités du BIM pour optimiser les décisions. Cette méthode de gestion de projet issue du Lean Construction permet de déterminer un coût acceptable selon les objectifs du projet. En déterminant combien est prêt à payer le propriétaire pour une solution à valeur ajoutée selon les objectifs et besoins du projet, l'expert en coût peut supporter la conception et la prise de décision. Le BIM permettra ainsi de considérer des choix en temps réel selon l'évolution du projet, anticiper les écarts entre coût acceptable et coût réel et assurer une meilleure collaboration entre parties prenantes. Les séances d'analyse de la valeur supportées par le BIM, bénéficient de l'avantage des maquettes pour optimiser la performance des conceptions par rapport aux critères budgétaires et aux besoins du projet. Les conclusions issues de ces analyses sont plus facilement communiquées et comprises par l'ensemble des parties prenantes, améliorant la coordination du projet, générant ainsi de meilleures décisions.

3.3.5. Coût global

Au niveau de l'usage des modèles pour le coût global, son intégration dans un environnement BIM permet d'évaluer de manière cohérente la performance financière des options d'exploitation, de maintenance, de rénovation ou encore de déconstruction. Le BIM offre la possibilité d'associer les quantités extraites du modèle aux paramètres de durée de vie, de remplacement et de coûts d'exploitation afin d'offrir une lecture complète des implications économiques à long terme. Le BIM permet de réduire le temps nécessaire aux calculs grâce aux extractions automatiques et de structurer un processus reproductible qui améliore la fiabilité des comparaisons entre différents scénarios. Cette approche systématique aide les équipes à identifier la stratégie la plus avantageuse sur l'ensemble du cycle de vie plutôt que de se limiter au coût initial.

La portée de l'analyse de coût global s'étend à toutes les phases du cycle de vie, mais son influence est nettement plus déterminante en amont. Les premières décisions de conception conditionnent une grande partie des dépenses futures en exploitation, entretien et remplacement. En testant plusieurs variantes dès la phase de planification, les équipes peuvent évaluer leur impact sur les coûts futurs et déterminer si un investissement améliore réellement la valeur du bâtiment ou équilibre les charges d'exploitation. Le coût global permet ainsi d'examiner la pertinence d'un investissement, de comparer les bénéfices à long terme par rapport au capital engagé et d'analyser le positionnement du bien sur le marché en fin de vie utile.

L'usage du BIM 5D dans ce contexte vise à réduire les incertitudes et à accroître la précision des indicateurs financiers associés à chaque scénario. La capacité à automatiser la quantification diminue les efforts manuels et limite les sources d'erreur, ce qui renforce la robustesse des résultats.

Cependant, la qualité de l'analyse dépend fortement de la disponibilité et de la cohérence des données, qu'elles proviennent du modèle ou de bases externes. Lorsque plusieurs options sont comparées, il devient essentiel que chacune présente un niveau similaire de détail et de fiabilité.

3.4. Précautions d'usage du BIM 5D

Malgré ses nombreux avantages et ses promesses de processus automatiques, l'utilisation du BIM nécessite une préparation et un changement des pratiques traditionnelles afin de profiter pleinement de ses capacités.

Au niveau organisationnel, l'implantation du BIM 5D demande un investissement important en formation et en ajustement des processus internes. Les équipes doivent intégrer de nouvelles responsabilités liées à la structuration des données, à la coordination interdisciplinaire et à la mise à jour continue des modèles. Les entreprises doivent aussi anticiper les coûts initiaux liés aux licences, aux infrastructures numériques et au temps supplémentaire consacré à la modélisation. Sans stratégie de déploiement claire, l'effort peut se disperser et créer un écart entre les attentes et les résultats obtenus.

Au niveau des processus, l'absence de coordination entre les parties prenantes peut limiter la fluidité des estimations. L'harmonisation des pratiques demande un effort essentiel lors des premières mises en œuvre. Les équipes doivent établir des règles communes, revoir leurs méthodes de mesurage et ajuster leurs méthodes de modélisation pour garantir une continuité entre disciplines et entre projets. Les gabarits, les normes de classification, les propriétés exportées et les unités doivent être alignés pour assurer une transmission correcte des données. Toute incompatibilité génère des pertes d'information ou des ajustements supplémentaires, ce qui réduit l'automatisation recherchée.

Au niveau technologique, les modèles doivent être préparés pour les usages d'estimation. Un modèle incomplet, trop schématique ou mal structuré limite les fonctionnalités d'extractions automatiques. Certains éléments peuvent manquer, être mal classifiés ou ne pas contenir les propriétés nécessaires, ce qui oblige les estimateurs à compléter manuellement les informations et diminue l'intérêt du BIM 5D.

Bien que le BIM améliore la précision des calculs, les résultats dépendent des données entrées et leur qualité. Ces vérifications ne sont pas encore automatisées et le BIM ne peut donc pas détecter les incohérences. Une vérification par l'expert en coûts est aujourd'hui encore nécessaire afin d'assurer la véracité des résultats.

Aussi, certaines limites technologiques peuvent représenter des défis de mise en œuvre, notamment l'interopérabilité entre les logiciels. Les logiciels ne prennent pas en charge tous les mêmes formats de données. Pour communiquer et échanger entre différents logiciels, il peut donc arriver que des données soient perdues à la suite de conversions dans des formats compatibles. Il est recommandé d'utiliser des formats de données ouverts, c'est-à-dire lisibles par l'ensemble des logiciels, afin de prévenir tout problème d'interopérabilité.

3.5. Recommandations

3.5.1. Accompagner le changement

Au-delà des aspects techniques, la transition vers le BIM 5D suppose une transformation culturelle. Le BIM change profondément les processus de travail traditionnels, ce qui peut créer une certaine résistance, autant liée à la charge initiale d'apprentissage qu'à la perception d'une perte de contrôle sur les processus. Un accompagnement structuré, fondé sur la communication, la formation et l'explication des bénéfices réels, facilite l'adoption progressive et réduit les résistances.

3.5.2. Développer de nouvelles connaissances et compétences

Le BIM 5D repose sur un ensemble de savoir-faire distincts de la modélisation traditionnelle. Les équipes doivent acquérir une compréhension solide des niveaux d'information, des propriétés nécessaires à l'estimation, des classifications, des outils d'extraction et des mécanismes de validation des quantités. Cette montée en compétence ne concerne pas uniquement les modélisateurs : les estimateurs doivent maîtriser la lecture des modèles, les concepteurs doivent comprendre l'impact de leurs choix sur la qualité des données et les gestionnaires de projet doivent savoir interpréter les résultats produits.

3.5.3. Développer une vision commune

Pour que le BIM 5D s'intègre efficacement dans un projet, les intervenants doivent partager une compréhension commune des objectifs et des usages attendus. Cette vision collective permet d'aligner les attentes, de clarifier les responsabilités et d'éviter les divergences d'interprétation. Elle se concrétise par un Plan de gestion BIM (voir section suivante), des échanges réguliers et une coordination active entre disciplines.

4. Intégration des processus

L'intégration des processus dans le contexte de la numérisation du secteur de la construction désigne l'intégration de nouveaux processus numériques dans les pratiques traditionnelles. Les nouveaux outils à disposition ne peuvent être exploités pleinement qu'en assurant une optimisation des échanges d'informations. C'est donc une base de la mise en œuvre efficace du BIM 5D. Elle permet d'assurer la cohérence, la fiabilité et l'interopérabilité des données de coûts à travers toutes les phases du projet, entre les agents logiciels et entre les parties prenantes. Cette section décrit les stratégies, méthodes et outils pour structurer et synchroniser les processus d'estimation intégrés au BIM.

L'objectif est de montrer comment le BIM 5D s'articule dans des contextes de contrats variés, comment il s'adapte aux exigences des donneurs d'ouvrage et quelles responsabilités doivent être assumées pour que les processus soient collaboratifs, fiables et reproductibles.

4.1. Gestion du processus avec le PGB

Le Plan de Gestion BIM (PGB), ou ce qui est nommé le Cahier des exigences BIM par certains donneurs d'ouvrage, est le document central qui structure l'organisation des échanges, la définition des livrables et les attentes des parties prenantes. Ce document fixe les attentes communes et assure que les livrables produits par les équipes sont compatibles avec les usages d'estimation. Il peut être imposé par un donneur d'ouvrage ou être préparé en collaboration avec les partenaires du projet.

Rôle du PGB dans la 5D

Dans le cadre du BIM 5D, le PGB doit préciser :

- Les exigences en matière de données de coûts ;
- Les formats à utiliser (ex. : IFC, Excel) ;
- Les niveaux d'information (LOI) requis à chaque phase ;
- Les fréquences de livraison des modèles ;
- Les procédures de validation des quantités ;
- La responsabilité de la gestion des données d'estimation.

Exemples de PGB locaux

Au Québec, plusieurs donneurs d'ouvrage publics (ex. : SQI, STM) ont développé leurs propres cahiers d'exigences BIM. Ces documents incluent souvent des exigences 5D en lien avec l'uniformisation des codifications, la granularité des objets et les livrables d'estimation (devis quantitatif, estimatif préliminaire, etc.).

4.2. Flux de travail BIM 5D

Le flux de travail du BIM 5D repose sur une séquence itérative qui relie directement la modélisation à l'estimation. Les concepteurs produisent d'abord un modèle structuré selon le niveau de détail attendu, avec les propriétés nécessaires à l'extraction des quantités. Les quantités sont ensuite extraites, vérifiées et validées avant d'être transférées vers l'outil d'estimation. L'estimateur met à jour les valeurs, teste des hypothèses et renvoie ses observations à l'équipe de conception. Les modèles sont ajustés en conséquence, puis une nouvelle extraction est produite. Ce cycle se répète à mesure que le projet évolue et sert de base à la prise de décision, notamment pour comparer des variantes ou évaluer l'impact de changements tardifs.

Ce flux dépend fortement de la cohérence des données. Toute variation dans la structure des objets, leur classification ou leur niveau d'information peut perturber les automatisations et entraîner des corrections manuelles. Le rôle du PGB est donc d'assurer que chaque discipline contribue au modèle d'une manière compatible avec les usages 5D.

Les processus d'estimation varient grandement selon le type de contrat ou de mode de réalisation choisi. Le BIM 5D s'adapte à ces contextes, mais implique des ajustements stratégiques.

- **Marché public traditionnel (MOP / CCDC 2)**
  Dans ce cadre, l'équipe de conception prépare les livrables BIM, y compris les modèles pour l'appel d'offres. L'estimateur intervient comme support au concepteur, puis le modèle peut être réutilisé par l'entrepreneur pour affiner l'estimation de soumission.
- **Conception-réalisation (CCDC 14/15)**
  Le processus devient collaboratif très tôt. Le modèle est développé conjointement par les concepteurs et les entrepreneurs. L'estimation 5D est utilisée pour guider la conception vers des choix constructibles et économiquement viables. Le rôle de l'économiste est critique pour arbitrer les solutions.
- **Partenariats Publics-Privés (PPP) et projets complexes (ex. CCDC 30)**
  Les estimations doivent répondre à des modèles financiers choisis. Le BIM 5D permet de tester des hypothèses, de valider des indicateurs de coûts/performances et de produire des livrables d'estimation compatibles avec les audits.

4.3. Responsabilités dans le contrôle des coûts

La définition des rôles et responsabilités relatives au contrôle et à la validation des coûts, présentée au Tableau 1, est essentielle pour éviter les conflits de rôle, les erreurs et les divergences d'interprétation.

Tableau 1. Typologie des rôles et responsabilités

Rôle	Responsabilités spécifiques en BIM 5D
Modélisateur BIM	Modélisation des objets selon les gabarits définis, intégration des propriétés nécessaires à l'extraction de quantités (matériaux, dimensions, classification).
Coordonnateur BIM	Supervision de la cohérence des modèles, validation des niveaux d'information, soutient au respect du PGB, interface entre équipes.
Estimateur / Économiste	Lecture et interprétation des modèles, extraction des quantités, liaison avec les bases de données de coûts, structuration selon Uniformat/MasterFormat, vérification des écarts.
Chargé de projet	Suivi global des coûts du projet, arbitrage des solutions de conception, validation des estimations aux jalons clés, communication vers le donneur d'ouvrage.

Pour clarifier la répartition des rôles à chaque jalon du projet, une matrice RACI peut être intégrée au PGB afin de documenter, pour chaque tâche, qui agit, qui approuve, qui conseille et qui doit être informé. Appliquée au flux BIM 5D, elle soutient la coordination entre concepteurs, estimateurs et gestionnaires, comme illustré au Tableau 2 pour la phase de conception détaillée.

Tableau 2. Exemple simplifié – phase de conception détaillée

Tâche	Modélisateur	Coord. BIM	Estimateur / Économiste	Chargé de projet
Mise à jour du modèle	R	C	I	I
Validation des paramètres d'extraction	C	R	C	I
Extraction des quantités	I	C	R	C
Approbation des estimations	I	I	C	A

4.4. Coordination entre MOA, MOE, entreprises et économistes

La coordination entre les différents acteurs d'un projet est une clé de succès pour assurer la réussite de l'implantation du BIM 5D. Cette collaboration doit se traduire par une compréhension partagée des objectifs, des livrables attendus, des délais et des formats de données. Plus cette coordination est anticipée et structurée, plus elle permet une intégration fluide du processus d'estimation au reste du cycle de projet.

Donneur d'ouvrage (MOA)

Le MOA joue un rôle central dans la définition des attentes en matière de BIM 5D. Il peut :

- Exiger l'utilisation d'un PGB comportant une section dédiée au 5D.
- Préciser les formats d'échanges de données (Excel structuré, BCF, rapports PDF standards, etc.).
- Définir des niveaux de précision budgétaire par phase (ex. : ±25 % à l'avant-projet sommaire, ±5 % à l'exécution).
- Demander une mise à jour périodique des coûts au fil de l'évolution du modèle.

Un MOA formé aux principes du BIM 5D est également mieux outillé pour analyser les risques budgétaires, arbitrer les décisions de conception et dialoguer avec les experts en estimation.

Équipes de conception

Les architectes et ingénieurs sont en première ligne pour produire les modèles BIM. Ils doivent s'assurer que :

- La géométrie modélisée est compatible avec une extraction fiable des quantités.
- Les objets comportent les bons paramètres (matériaux, classification, regroupement).
- Les modèles sont livrés dans les délais et formats convenus.
- Une collaboration active est mise en place avec les économistes dès les premières esquisses.

Les concepteurs peuvent tirer parti du BIM 5D pour simuler différents scénarios de conception en intégrant leurs impacts budgétaires, favorisant ainsi une prise de décision plus claire. Pour y arriver, ils doivent avoir déjà développé et utilisé des objets de maquette propres à chaque étape de conception (programmation, concept, préliminaire et définitif).

De ce fait, les concepteurs doivent posséder une maturité BIM importante pour collaborer le plus tôt possible avec les parties prenantes concernées.

Les concepteurs doivent s'intégrer dans le projet de manière structurée pour que le BIM 5D puisse être appliqué efficacement. Ils ont la responsabilité d'organiser la production des maquettes dès les premières phases, en veillant à ce que les objets, les propriétés et les classifications soient cohérents avec les usages d'estimation prévus. Cette préparation permet aux autres intervenants d'exploiter le modèle sans erreur et soutient la continuité des données entre les disciplines. Pour s'aligner avec les exigences du 5D, les concepteurs doivent mettre en place des pratiques adaptées. L'utilisation de gabarits uniformes, la définition de niveaux d'information progressifs par phase et la structuration

systématique des objets facilitent l'extraction des quantités et réduisent les révisions ultérieures. La coordination régulière avec les estimateurs permet d'ajuster les paramètres de modélisation au fur et à mesure et d'assurer que le modèle répond réellement aux besoins d'analyse des coûts. Cet alignement repose aussi sur une répartition claire des responsabilités documentée dans le PGB. Les concepteurs doivent savoir à quel moment livrer les modèles, quelles propriétés sont attendues, comment les validations seront effectuées et comment intégrer les retours issus des estimations successives. Une démarche organisée de cette manière renforce la valeur des modèles produits et facilite l'intégration du 5D dans le déroulement global du projet.

Entrepreneurs

Pour les entreprises de construction, l'intérêt du BIM 5D réside dans sa capacité à :

- Valider ou affiner les estimations de soumission à partir de données fiables.
- Planifier l'approvisionnement sur des bases précises de quantités.
- Réduire le gaspillage par une meilleure anticipation des besoins.
- Appuyer la production des situations de paiement en lien direct avec les avancements modélisés.

Toutefois, les entrepreneurs doivent être outillés pour lire, filtrer et exploiter les modèles. Cela suppose une certaine maturité BIM et des outils compatibles avec les formats IFC ou propriétaires fournis.

Économistes de la construction et estimateurs

L'économiste agit comme un traducteur entre la maquette numérique et les exigences financières du projet. Il doit :

- Maîtriser les outils d'extraction et de conversion des données BIM.
- Savoir structurer l'information selon les référentiels (ex. : Uniformat II, MasterFormat).
- Collaborer avec les concepteurs pour signaler toute imprécision modélisée.
- Participer à la planification des livrables et à la validation des coûts estimés.

Il est essentiel que les économistes participent aux réunions BIM stratégiques, qu'ils soient impliqués dans la validation des livrables et qu'ils reçoivent une formation continue adaptée à l'évolution des pratiques BIM.

4.5. Recommandations

4.5.1. Définir une stratégie d'intégration

L'intégration du BIM 5D dans les processus ne peut pas être envisagée comme une tâche isolée. Elle s'inscrit dans une démarche stratégique qui vise à améliorer la qualité de l'estimation, à renforcer la prévisibilité budgétaire et à instaurer une collaboration structurée entre les intervenants. Une telle stratégie repose sur des principes reconnus en gestion de l'information comme la définition claire des besoins, l'organisation rigoureuse des flux de données et la mise en place de règles communes pour la production et le partage des livrables.

La série de normes ISO 19650 peut soutenir cette démarche, car elle propose un cadre qui aide à structurer la collaboration et à organiser les données du projet de manière cohérente. Les équipes peuvent s'en inspirer pour formaliser leurs engagements, coordonner leurs pratiques et créer un environnement propice à l'intégration progressive du 5D.

Un lancement BIM 5D réunissant l'ensemble des intervenants constitue un bon point de départ. Il peut ensuite être suivi de rencontres de coordination aux jalons clés comme l'APS, l'APD ou l'exécution afin de maintenir l'alignement et la cohérence des contributions tout au long du projet.

4.5.2. Diriger l'implantation des nouveaux processus

La mise en œuvre du BIM nécessite une direction stratégique, articulant les exigences du projet dans un cadre contractuel promouvant une collaboration entre les équipes. Les équipes doivent partager une compréhension commune des objectifs et des usages envisagés, ce qui facilite la coordination des modèles et la cohérence des données relatives aux quantités et aux coûts.

La définition des exigences de processus dans le PGB est donc importante pour diriger le projet sur la base de pratiques communes. Il pourra alors être convenu de standards de projets pour les différents gabarits de modélisation et d'extraction ainsi que de systèmes de codification et de formats de données. Cela permettra aux concepteurs de concentrer leurs efforts sur la modélisation et la préparation des données nécessaires à l'estimation en phase projet.

Enfin, il est recommandé de désigner dans le projet des champions BIM qui peuvent agir comme soutient pour assurer l'utilisation du BIM dans le projet. Ces individus assurent la liaison entre les équipes, soutiennent l'adoption des nouveaux processus, diffusent les bonnes pratiques et accompagnent les intervenants dans l'évolution de leurs méthodologies.

5. Structuration des données, méthodes d'estimation des coûts et de quantification

5.1. Structuration des données

Une bonne structuration des données facilite la compréhension et l'échange des informations du projet. Pour assurer une structure évolutive qui s'adapte à l'avancement du projet, le BIM introduit les concepts de niveau de détail (LOD – Level of Details) et de niveau d'information (LOI – Level of Information). Le LOD désigne la granularité des informations géométriques modélisées. Plus le LOD est élevé, plus le modèle sera réaliste et précis. Le LOI, quant à lui, définit la quantité et la qualité des données non géométriques contenues dans les objets BIM.

Une maquette avec un niveau de LOI élevé permet de mieux informer les acteurs du projet, facilitant ainsi la réalisation des différents cas d'usage escomptés.

Ces niveaux de développement s'accordent avec les différentes phases d'estimation traditionnellement utilisées par les professionnels. À titre d'exemple il peut être fait une correspondance avec les différentes classes d'estimations recommandées par l'AACEI (Association for the Advancement of Cost Engineering International):

- Classe 5 : faisabilité
- Classe 4 : conceptuel
- Classe 3 : budgétaire
- Classe 2 : contrôle
- Classe 1 : vérification ou soumission

Certaines organisations québécoises adaptent ces classes à leurs propres processus internes. L'important est de documenter clairement la correspondance entre phase de projet, LOD/LOI et classe d'estimation dans le Plan de gestion BIM (PGB).

Le Tableau 3 présente un sommaire des phases, des LOD, des LOI, des classes d'estimation, de la précision et du type d'estimation.

Tableau 3. Exemple de tableau qui définit la précision attendue par phase de projet

Phase du projet	LOD / LOI typique	Classe d'estimation AACEI	Précision attendue	Type d'estimation
Préfaisabilité	LOD 100 / LOI 100	Classe 5	-30 % à +50 %	Paramétrique / indicatif
Avant-projet sommaire (APS)	LOD 200 / LOI 200	Classe 4	-20 % à +30 %	Basée sur éléments (Uniformat II)
Avant-projet définitif (APD)	LOD 300 / LOI 300	Classe 3	-10 % à +15 %	Élémentaire détaillée
Appel d'offres / Exécution	LOD 350–400 / LOI 350–400	Classe 2–1	-5 % à +10 %	Détail par poste (MasterFormat)
Exploitation / Maintenance	LOD 500 / LOI 500	-	±5 %	Coût global du cycle de vie

Il est important de mentionner que la série de normes ISO 19650 parle désormais de niveau de besoin en information (Level Of Information Need – LOIN), composé d'informations géométriques (Level Of Geometry – LOG), d'informations alphanumériques (Level Of information – LOI) et de documentation (toute information non structurée. e.g. : certificats de conformité ou rapports de garantie).

Il est donc recommandé d'établir un tableau qui démontre clairement les intrants et livrables requis, par phase. Ces informations doivent être coordonnées avec l'ensemble des parties prenantes (donneurs d'ouvrage, économistes de la construction, concepteurs, etc.) et être intégrées au plan de gestion BIM.

5.1.1. Classification des données

Il existe plusieurs standards possibles à utiliser dans un projet. Le choix de la codification doit être établi dès l'amorce d'un projet et être intégré dans le Plan de Gestion BIM. Les standards fréquemment employés sont les suivants :

- Norme ASTM Uniformat
- MasterFormat
- Omniclass

Le choix de standard et de codification est propre à chaque projet et pourra être établit avec l'ensemble des parties prenantes et les besoins du donneur d'ouvrage.

La classification est à intégrer directement dans les maquettes afin de faciliter les processus d'extraction de quantités et d'estimation. Chaque élément du modèle disposera alors de son code qui permettra de le référencer dans les futurs relevés d'extraction. Un fichier de spécification contenant une norme de classification peut être utilisé pour ce travail, directement dans les logiciels de modélisation. Il est alors possible de relier la classification à chaque élément en attribuant le code alors prédéfini dans les propriétés de l'objet.

5.2. Méthode d'estimation des coûts

5.2.1. Les approches d'estimation

Le type d'estimation requis influencera les méthodes d'estimation, les méthodes d'extraction de données et les efforts requis pour produire l'estimation.

Il est requis d'identifier le type d'estimation selon l'étape du projet, l'avancement de la conception et les informations disponibles. Il est recommandé d'utiliser les classes d'estimation reconnues (AACEI, ICEC ou celle du donneur d'ouvrage).

L'intégration du BIM à l'estimation des coûts peut se faire selon trois niveaux de maturité opérationnelle, selon la manière dont les quantités et les coûts sont associés au modèle.

Approche traditionnelle avec extraction manuelle

Dans cette approche, le modèle 3D reste un outil de visualisation plutôt qu'un outil d'estimation. Les quantités sont extraites manuellement, ou avec des outils d'exportation, avant d'être transférées dans un tableur ou un logiciel d'estimation. Une fois les quantités récupérées, tout le travail de codification, de réorganisation et de validation est réalisé séparément du modèle. L'estimateur doit reclasser les éléments, vérifier les unités, corriger les incohérences et reconstruire une structure exploitable. Ce n'est qu'après cette étape qu'un bordereau de quantités peut être établi. Les coûts sont ensuite intégrés en important ce bordereau dans une base de prix interne ou un logiciel d'estimation. Le plan de coûts final résulte de l'agrégation des postes une fois les prix unitaires appliqués. Cette méthode reste totalement indépendante du modèle. Toute modification du projet nécessite une reprise du travail, car il n'existe aucune synchronisation entre les changements du modèle et le calcul des coûts. Le plan de coûts obtenu est donc statique.

Lien du modèle à un logiciel 5D externe

Dans ce second mode, le modèle BIM est relié à un logiciel 5D qui lit sa structure et automatise une partie du processus. Les objets du modèle doivent être classifiés directement dans le modèle afin de permettre au logiciel 5D d'identifier correctement les éléments, d'en extraire les quantités et de structurer automatiquement un bordereau des quantités. Une fois généré, ce bordereau est associé à une base de coûts soit interne, soit intégrée au logiciel. Les liens entre quantités et coûts peuvent être automatisés si le codage a été appliqué correctement, sinon une intervention manuelle pour corriger les liens manquants.

L'avantage principal de ce mode est que les modifications du modèle peuvent, en principe, réactualiser les quantités et les coûts, créant ainsi un processus plus réversible que l'approche traditionnelle. Le plan de coûts est ensuite produit dans l'environnement 5D, qui regroupe les montants selon les catégories du projet. Cette méthode reste toutefois sensible aux erreurs de modélisation et à la qualité du codage. Un modèle incomplet ou mal structuré limite fortement la fiabilité du processus.

Estimation directement basée sur le modèle

Dans ce troisième mode, l'estimation n'est plus un processus parallèle au modèle mais y est directement intégrée. Les données nécessaires à l'estimation sont intégrées dès la préparation du modèle ou dans un environnement connecté à celui-ci. Les objets deviennent porteurs de l'information qui permettra d'établir automatiquement le bordereau des quantités. Le bordereau n'est donc plus reconstruit manuellement ou via un logiciel externe, mais il est extrait directement du modèle enrichi.

Les coûts sont ensuite appliqués en fonction des liens créés entre les objets et la base de prix, ou selon des propriétés du modèle. Chaque modification du modèle, qu'elle soit géométrique ou paramétrique, met immédiatement à jour les quantités et, par extension, les coûts. Le plan de coûts final est généré directement à partir du modèle, sans transfert intermédiaire. Le modèle devient la source centrale, ce qui supprime les ruptures entre conception, quantification et estimation, et limite la perte d'information ou les divergences entre documents.

5.3. Quantification et extraction de données

L'extraction de quantités est un usage du BIM à part entière. C'est « Un Usage de modèle représentant la manière dont les modèles 3D sont utilisés pour calculer la quantité de Mobilier, de luminaires et d'équipement ou de matériaux de construction dans le but de produire des estimations des coûts. »[9]

5.3.1. Procédure d'extraction

La première étape consiste à définir les règles de mesure du projet. Ce choix revient aux professionnels responsables de l'estimation. Une fois les règles établies, les unités et les quantités doivent être vérifiées afin d'assurer la cohérence entre les éléments modélisés et les exigences de mesure. La validation des codes est également nécessaire pour garantir l'alignement entre la maquette et la structure de coûts du projet.

L'extraction peut être effectuée à partir de différents formats, notamment IFC ou XLSX. Le choix des outils et des logiciels reste à la discrétion des professionnels, pour autant que les formats produits soient compatibles avec les processus d'analyse définis.

5.3.2. Contrôle qualité

Le contrôle qualité vise à vérifier que les quantités extraites sont complètes, cohérentes et fidèles au modèle. Il inclut la comparaison entre les quantités issues du modèle et celles obtenues par des méthodes traditionnelles de mesure, afin d'identifier les écarts significatifs. Les doublons doivent être contrôlés en tenant compte de l'origine des quantités, par exemple lorsque plusieurs modèles séparés alimentent l'extraction, et en exploitant les rapports de détection de conflits pour repérer des éléments manquants ou dupliqués. Il est également important de vérifier que les éléments sont bien nommés et classés, afin que les quantités soient associées aux bonnes catégories de mesure.

Enfin, l'échange d'information peut être contrôlé en vérifiant si le fichier évalué provient d'un format propriétaire ou d'un IFC et en confirmant ce qui a été réellement cartographié à l'export, tout en s'assurant que les plans 2D fournis sont des vues fidèles du modèle et non des représentations modifiées, et en maintenant des contrôles visuels classiques de gestionnaire de coûts pour valider l'ensemble.

[9] https://bimdictionary.com/en/quantity-take-off/1

5.3.3. Mise à jour des maquettes

La mise à jour des maquettes doit suivre une méthodologie claire. Les commentaires de l'économiste en coûts ou de la personne responsable de l'extraction doivent être réintégrés de manière structurée, afin d'assurer que les corrections apportées améliorent réellement la fiabilité des quantités. Il est conseillé d'intégrer une gouvernance minimale dans le PGB pour éviter les modifications incohérentes ou non documentées.

5.4. Utilisation de bases de données externes

L'utilisation d'une base de données, qu'elle soit interne ou externe, relève de la responsabilité de l'économiste en construction chargé de produire l'estimation. Plusieurs référentiels peuvent être mobilisés, notamment des bases publiques ou privées telles que RSMeans, Richardson ou des bases internes aux organisations.

Lorsque l'usage d'une base de données est prévu, il est nécessaire de préciser les rôles et responsabilités liés à son intégration, de définir la méthode employée pour relier les données au modèle ou aux éléments quantifiés et d'établir un mécanisme clair de gestion des versions et des mises à jour. La codification adoptée doit également être validée afin d'assurer la cohérence entre les données de coûts et la structure de classification utilisée dans le projet.

5.5. Association des coûts aux objets du modèle

L'association des coûts aux objets du modèle peut se faire de plusieurs manières, selon les outils et l'organisation retenus. Les méthodes courantes incluent l'utilisation de paramètres internes propres aux logiciels de modélisation (Revit, ArchiCAD, etc.), la liaison avec une base externe comme un fichier Excel, une base de données ou un logiciel d'estimation, ainsi que l'intégration par API, scripts ou plugins dédiés. La méthode choisie doit être définie en amont dans le PGB, tout comme les étapes d'application.

Il est nécessaire de préciser comment seront traitées les pertes, ce qui est inclus dans les coûts (matériaux, main-d'œuvre, équipements, pertes, conditions générales, etc.), et comment les informations et leurs mises à jour seront gérées au fil du projet. Les bonnes pratiques incluent l'attribution d'un identifiant unique par objet, la conservation d'un historique des versions de coûts et la mise en place d'une synchronisation bidirectionnelle entre le modèle et la table de coûts lorsque cela est possible.

5.6. Logiciels BIM 5D

Le marché offre aujourd'hui un large éventail de logiciels spécialisés en estimation et gestion des coûts intégrés au BIM 5D. Ces outils se distinguent par leurs fonctionnalités, leur compatibilité avec les logiciels de modélisation et leur approche de l'estimation.

Ces outils représentent différents niveaux de maturité et de coût d'implantation. Il est important de souligner que l'adoption d'un logiciel BIM 5D requiert:

- Des investissements financiers pour les licences ;
- Des investissements financiers et en temps pour la formation du personnel ;
- L'implication et l'approbation de la direction d'entreprise ;
- L'adaptation des processus internes.

Pour plusieurs entreprises, en particulier les PME, ce coût initial peut constituer une barrière importante. La liberté de choisir les logiciels les mieux adaptés à leurs besoins, à leur budget et à leur expertise existante, revient à chaque entreprise.

L'objectif est de favoriser l'adoption du BIM 5D et l'avancement du domaine de la construction à ce niveau, plutôt que de contraindre les acteurs à un choix technologique unique.

5.7. Approche openBIM

L'interopérabilité désigne la « Capacité que possède un produit, une machine ou un sous-système de communiquer et de coopérer avec les autres éléments du système »[10]. C'est un facteur clé de succès pour l'implantation du BIM 5D. Dans l'objectif d'assurer cette interopérabilité dans la construction, l'organisation buildingSMART international[11] propose des normes de travail à travers son approche openBIM. Cette approche permet de garantir que les données de coûts et de quantités circulent librement entre les différents logiciels utilisés par les parties prenantes. Par exemple, un modèle en format IFC peut être partagé et lu par n'importe quel logiciel, facilitant l'échange de données.

[10] https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26552247/interoperabilite
[11] https://www.buildingsmart.org/

Les normes et outils sur lesquelles l'approche openBIM repose sont[12] :

- Le format de données ouvert IFC (Industry Foundation Classes) ; un ensemble de descriptions numériques normalisées du secteur des actifs immobiliers. L'IFC permet de représenter les objets du bâtiment (murs, dalles, portes, équipements, etc.) avec leurs propriétés géométriques, techniques et fonctionnelles.
- L'IDS (Information Delivery Specification) ; Norme permettant de définir et de vérifier les exigences en matière d'information sous une forme interprétable par ordinateur afin de garantir la qualité des données.
- Le BCF (BIM Collaboration Format) ; Protocole de communication standard pour une gestion et une coordination efficace des problèmes dans les projets BIM.
- Le buildingSMART Data Dictionary (bSDD) ; Service permettant de publier et d'accéder à des termes et définitions décrivant l'environnement bâti afin d'améliorer la cohérence des données.
- Le Service de gestion des cas d'utilisation (UCM) ; Permet la collecte, la spécification et l'échange des meilleures pratiques et les rend accessibles à l'ensemble du secteur de la construction.

Le donneur d'ouvrage devrait exiger le partage des maquettes numériques non seulement dans leurs formats sources (ex. : fichiers Revit, ArchiCAD, Tekla), mais également en format IFC avec une méthode d'exportation prédéfinie et approuvée par l'économiste en coûts.

Cela permet d'assurer la pérennité des données au-delà de l'outil de conception choisi, réduisant ainsi les coûts liés aux licences. Plus encore, les outils IDS de vérification des exigences et les annotations de modèles BCF facilitent la vérification et le contrôle par des intervenants tiers.

5.8. Recommandations

5.8.1. Définir une stratégie commune et organiser la gouvernance de l'information

Une intégration efficace du BIM 5D repose sur une stratégie claire qui établit les objectifs informationnels, les niveaux d'information et les niveaux de détail attendus à chaque étape.

Le donneur d'ouvrage joue un rôle essentiel en exprimant ses attentes, en structurant la collaboration et en créant un cadre qui soutient la qualité des données.

[12] https://www.buildingsmart.org/about/openbim/

Cette démarche inclut l'élaboration d'un plan d'exécution BIM ou d'un plan de gestion BIM, qui inscrira l'intégration des exigences de partage, la définition des modalités d'exportation IFC et l'harmonisation des classifications adoptées avec l'économiste. Un tableau croisé qui précise les rôles, les intrants, les livrables, les niveaux d'information, les niveaux de détail et la classe d'estimation attendue peut soutenir cette organisation. L'implication du responsable ou de l'auditeur des estimations dès le démarrage aide à intégrer les besoins de l'estimation dans la structuration du modèle.

5.8.2. Normaliser la structuration des données pour soutenir la modélisation et l'estimation

L'adoption de gabarits communs, de classifications reconnues comme Uniformat II ou MasterFormat et de formats interopérables contribue à structurer efficacement les données nécessaires à l'estimation. Les propriétés des objets BIM doivent intégrer ces classifications pour faciliter l'extraction des quantités et la comparaison des scénarios. Les concepteurs doivent intégrer dans leurs modèles les méthodes d'exportation IFC convenues avec l'économiste et définir le niveau de détail pertinent pour la maquette économique. Une surcharge d'information peut compliquer inutilement l'estimation et une quantité insuffisante peut réduire la précision. Il faut donc accorder une vigilance particulière à la qualité des maquettes, notamment en évitant les duplications et les erreurs de classification. Les outils d'estimation BIM 5D doivent pouvoir évoluer selon les besoins du marché. Le donneur d'ouvrage, par exemple, peut laisser les intervenants choisir leurs logiciels tout en exigeant un partage complet des fichiers sources et des fichiers IFC afin d'assurer l'interopérabilité et la transparence des données. Les économistes doivent également définir les méthodes d'exportation adaptées à chaque étape du projet et participer à la mise à jour des exigences du plan de gestion BIM lorsque nécessaire.

5.8.3. Mettre en place une méthodologie de validation

Une procédure de validation croisée entre estimation BIM et estimation traditionnelle renforce la fiabilité du processus et permet d'identifier rapidement les écarts ou les incohérences. Les hypothèses doivent être tenues à jour et les décisions documentées afin d'assurer la transparence des choix effectués. Les économistes doivent vérifier la qualité des intrants avant de produire une estimation et transmettre leurs observations aux concepteurs pour améliorer la cohérence des modèles.

Les entrepreneurs peuvent quant à eux contribuer à cette validation en vérifiant la cohérence des modèles sous l'angle constructif, ce qui aide à confirmer la qualité des quantités extraites et à renforcer la fiabilité de l'estimation.

5.8.4. Soutenir les différents intervenants dans le processus 5D

Les concepteurs jouent un rôle déterminant dans la qualité des estimations BIM 5D, puisque la fiabilité des quantités extraites dépend directement de la manière dont les objets sont modélisés, nommés, classifiés et renseignés. Ils doivent donc intégrer les exigences d'exportation dès la production du modèle, documenter les limites de la maquette et signaler les éléments qui ne peuvent pas encore être utilisés de manière fiable pour l'estimation.

Les économistes de la construction, quant à eux, assurent le lien entre les données du modèle et l'analyse financière du projet. Leur rôle consiste à définir les besoins d'information pour l'estimation, à valider les quantités extraites, à vérifier la cohérence des classifications et à structurer les coûts selon les référentiels retenus. Leur implication dès les premières phases permet d'éviter que le modèle soit développé sans tenir compte des exigences nécessaires à une estimation fiable.

Finalement, les entrepreneurs contribuent au processus 5D en apportant une lecture constructible du modèle. Leur intervention permet de vérifier si les quantités extraites correspondent aux méthodes d'exécution prévues, aux séquences de chantier, aux approvisionnements et aux conditions réelles de construction. Leur participation renforce donc la pertinence opérationnelle des estimations et améliore la maîtrise des coûts pendant l'exécution.

6. Gestion des actifs et coût global et modélisation pour la maintenance

La phase d'exploitation exige d'adapter les maquettes pour qu'elles servent au maintien des actifs. La maquette ne sert plus uniquement à la conception et à la construction. Elle devient le référentiel de données de l'actif tout au long de sa durée de vie. Les bonnes pratiques du BIM 5D contribuent à la transition vers l'exploitation en structurant les informations pour que celles-ci puissent être réutilisées au-delà de la phase de construction. L'idée centrale est de veiller à ce que les données produites pour les besoins de l'estimation puissent alimenter, plus tard, les processus liés à la maintenance et à la gestion des actifs.

6.1. Le BIM 5D pour soutenir l'exploitation et la gestion des actifs

Pour une transition fluide, les objets du modèle doivent être structurés dès la conception et de manière à soutenir les usages futurs. Plusieurs types d'information utilisés pour l'estimation pendant la phase de conception peuvent être exploités lors de la gestion des actifs. Les données relatives à la durée de vie des actifs, aux fréquences d'entretien et aux cycles de remplacement permettent de planifier les investissements à long terme et d'établir des budgets d'entretien plus fiables. Pour qu'une maquette numérique puisse remplir ce rôle, elle doit adopter une structuration technique adaptée. Il y a trois catégories d'informations à intégrer à la maquette pour des usages de type 5D :

- Les attributs de cycle de vie regroupent les fréquences d'entretien, les coûts de remplacement et les types d'interventions.
- Les données de configuration, rassemblent les informations nécessaires pour planifier et estimer les coûts des opérations futures. Ceci inclut le numéro de série, le nom du fabricant, le modèle, la performance nominale ou la date d'installation.
- Les informations de localisation, qui permettent de localiser précisément chaque composant dans la structure spatiale du bâtiment et d'identifier à quel système il appartient.

Pour faciliter l'utilisation du modèle, une classification standardisée telle qu'Uniformat II ou Omniclass est essentielle. La classification facilite la ventilation des coûts d'exploitation, la priorisation des remplacements, la comparaison de stratégies de maintien d'actifs et l'agrégation des données par systèmes ou sous-systèmes.

Une classification normalisée assure également la continuité entre les phases du projet en permettant aux estimateurs et aux gestionnaires d'actifs de manipuler la donnée en se référant à un même cadre de référence sur l'ensemble du cycle de vie de l'actif, indépendamment des outils logiciels utilisés.

Structurer la donnée de façon harmonisée permet de l'utiliser au-delà de la simple estimation. La classification joue un rôle structurant pour la gestion des actifs. Elle soutient la planification, la maintenance et la prise de décisions à long terme tout en permettant la traçabilité des données pendant la conception, la construction et l'exploitation.

6.2. Rôle des standards ouverts dans l'estimation en exploitation

Pour que les données issues du BIM 5D puissent être utilisées dans les outils de gestion d'actifs et soutenir l'estimation en exploitation, elles doivent demeurer lisibles et traçables, indépendamment des logiciels utilisés pendant la phase de conception. Les standards ouverts assurent cette continuité en structurant l'information de manière normalisée et en la rendant exploitable sur plusieurs décennies.

COBie répond précisément à ce besoin. Il s'agit d'un format structuré et ouvert qui organise les données de l'actif sous forme de tableau afin qu'elles puissent être utilisées facilement dans les outils de gestion et de maintenance. Il fournit un inventaire complet des composants installés ainsi que les informations utiles pour calculer les coûts d'entretien et de remplacement. Concrètement, COBie permet de :

- Connaître la quantité exacte d'équipements à maintenir ;
- Disposer des fréquences d'intervention pour chaque composant ;
- Identifier les pièces de rechange nécessaires et leur coût ;
- Rattacher chaque élément à sa localisation fonctionnelle pour estimer les interventions ;
- Projeter les coûts de maintenance annuels et pluriannuels.

COBie sert de base pour estimer les coûts en exploitation, car il structure tout ce qui doit être maintenu et à quelle fréquence.

6.3. Recommandations

6.3.1. Définir les requis informationnels pour soutenir l'exploitation

La transition vers l'exploitation gagne en efficacité lorsque les équipes définissent en amont les requis informationnels, comme la durée de vie, la fréquence de maintenance et les classifications normalisées. Ce travail peut être réalisé progressivement selon l'ampleur des projets, en commençant par les composants critiques (HVAC, enveloppe, équipements majeurs). Cette approche permet d'éviter une surcharge de modélisation tout en installant une base stable pour la planification de la maintenance et l'estimation des coûts futurs.

6.3.2. Structurer la maquette pour assurer la continuité entre les phases

La valeur d'un modèle en exploitation repose sur la manière dont il articule les objets, les espaces et les systèmes. Même avec un niveau de détail limité, une structuration claire facilite les analyses ultérieures, la localisation des interventions et la réutilisation des données produites en 5D. Cette continuité repose aussi sur des classifications standardisées comme Uniformat II ou OmniClass, qui créent un langage commun entre estimateurs, concepteurs et gestionnaires d'actifs.

6.3.3. Produire des données compatibles avec les outils de gestion d'actifs

L'introduction de formats ouverts comme COBie soutient la transition vers la maintenance, même si la production se limite au départ aux composants essentiels. Ces données facilitent la connexion avec les GMAO, la planification des cycles de remplacement et la projection des coûts d'entretien. L'objectif est de garantir une traçabilité et une lisibilité suffisantes pour réutiliser les données économiques du 5D en exploitation.

6.3.4. Renforcer la collaboration avec les gestionnaires d'actifs

L'intégration du gestionnaire d'actifs dans les échanges BIM permet d'ajuster le périmètre des informations réellement utiles et d'orienter la structuration des modèles vers les besoins opérationnels. Cette démarche crée une cohérence entre la production des données en conception et leur utilisation future.

7. Conclusion et feuille de route d'implantation

7.1. Stratégie d'adoption par étapes

7.1.1. État de situation

La démarche débute par un diagnostic des pratiques existantes afin de documenter les processus de travail, clarifier les rôles et responsabilités, inventorier les outils utilisés et évaluer le niveau de maturité des parties prenantes dans l'usage des maquettes et des données numériques.

7.1.2. Besoins et exigences

Une fois l'état de situation établi, les besoins informationnels et les niveaux de modélisation attendus sont définis. Cette étape vise à structurer les flux d'information et à formaliser des exigences compatibles avec une vision à moyen et long terme du déploiement du BIM 5D.

7.1.3. Vision

Les processus cibles sont ensuite élaborés, de même que la cartographie de l'écosystème d'outils. Cette vision commune permet d'aligner les attentes des acteurs et de créer un cadre partagé pour l'intégration du BIM 5D dans les projets.

7.1.4. Plan de déploiement

Un plan de déploiement est alors défini, incluant l'acquisition des outils, la mise à jour des documents contractuels, la production de guides opérationnels et la structuration d'un plan de formation progressif pour les équipes.

7.1.5. Déploiement exploratoire

Le BIM 5D est introduit à travers des projets pilotes. Cette phase permet de tester les processus et outils, d'accompagner les employés, d'identifier les limites et d'ajuster les pratiques avant une généralisation.

7.1.6. Bilan et déploiement à l'échelle

Les retours d'expérience issus des projets pilotes sont analysés afin d'ajuster les processus. Le BIM 5D peut alors être déployé à l'ensemble des projets de l'organisation, assurant une adoption cohérente, progressive et durable.

7.2. Perspectives de recherche et développement futur

Le BIM est passé d'une simple modélisation 3D à une plateforme intégrant des informations au-delà de la géométrie, répondant aux besoins en matière de planification et de contrôle des coûts. Le développement du BIM 5D évolue désormais vers des approches plus dynamiques et orientées données, avec un intérêt croissant pour des estimations en temps réel capables de s'actualiser au rythme des modifications de conception, des quantités, des prix et des conditions de projet. Les recherches récentes explorent l'intégration de nouvelles technologies, dont l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle, pour automatiser la quantification, détecter des incohérences dans les modèles, améliorer la qualité des données et produire des prédictions de coûts à partir d'historiques de projets. Cette évolution s'étend aussi au coût global, en cherchant à relier plus précisément la conception, l'exploitation et maintenance, et la fin de vie afin de projeter les coûts futurs et d'évaluer des scénarios sur l'ensemble du cycle de vie.

Dans ce contexte, les travaux portent également sur la standardisation des données, l'interopérabilité, la fiabilité des intrants et la gouvernance de l'information, car ces conditions restent déterminantes pour rendre ces capacités d'automatisation et de calcul réellement applicables en pratique.

7.3. Résumé des recommandations de chaque section

7.3.1. Constats issus du sondage

- Positionner le BIM 5D comme un outil central de maîtrise et de suivi des coûts.
- Favoriser l'exploitation effective des données issues des maquettes, au-delà de la simple modélisation.
- Renforcer les dispositifs de formation continue et universitaire pour soutenir l'adoption du 5D.
- Clarifier les rôles et responsabilités des acteurs afin d'assurer une continuité numérique partagée.
- Adapter les pratiques et outils BIM 5D aux réalités opérationnelles des PME.

7.3.2. Fondements du BIM 5D

- Accompagner le changement organisationnel par une communication structurée et des actions de formation ciblées.
- Développer les compétences spécifiques liées aux données, aux quantités et aux coûts pour l'ensemble des intervenants.
- Construire une vision commune des objectifs et usages du BIM 5D à l'échelle du projet.

7.3.3. Intégration des processus

- Définir une stratégie globale d'intégration du BIM 5D dans les processus de projet.
- Structurer la collaboration et les flux d'information selon des règles communes inspirées des normes de gestion de l'information.
- Organiser des rencontres de lancement et de coordination BIM 5D aux jalons clés du projet.
- Encadrer l'implantation par des exigences claires dans le Plan de Gestion BIM et désigner des champions BIM.

7.3.4. Structuration des données, méthodes d'estimation et quantification

- Définir une stratégie commune de gouvernance de l'information dès le démarrage du projet.
- Normaliser la structuration des données et l'usage de classifications reconnues pour soutenir l'estimation.
- Mettre en place des méthodologies de validation croisée entre estimation BIM et estimation traditionnelle.
- Soutenir activement les concepteurs, économistes et entrepreneurs dans l'application du processus5D.

7.3.5. Gestion d'actifs, coût global et maintenance

- Définir des requis informationnels ciblés pour soutenir l'exploitation et la maintenance.
- Structurer la maquette afin d'assurer la continuité des données entre conception, construction et exploitation.
- Produire des données compatibles avec les outils de gestion d'actifs et de maintenance.
- Renforcer la collaboration avec les gestionnaires d'actifs pour aligner les modèles sur les besoins opérationnels.

Annexe I – Lexique et liste des acronymes

Lexique

API (Interface de programmation)

Définition : Interface permettant à plusieurs systèmes logiciels de communiquer entre eux de manière automatisée, servant de passerelle entre le modèle BIM et des systèmes tiers (ERP, gestion de projet, etc.).

Approche OpenBIM

Définition : Approche proposée par buildingSMART International qui garantit que les données de coûts et de quantités circulent librement entre les logiciels grâce à des normes de travail et des formats ouverts.

BIM (Modélisation des données du bâtiment / Building Information Modeling)

Définition : Ensemble de technologies, de processus et de politiques permettant à de multiples parties prenantes de concevoir, construire et exploiter en collaboration un actif dans un espace virtuel.

BIM 5D

Définition : Ensemble d'usages qui permettent l'association directe des coûts aux éléments modélisés pour une estimation dynamique.

Cas d'usage (Model Use)

Définition : Représente les interactions entre un utilisateur et un système de modélisation afin de générer des livrables basés sur le modèle (ex. : estimation des coûts, extraction de quantités).

Classification des données

Définition : Standard de codification (ex. : Uniformat, MasterFormat, Omniclass) intégré aux objets de la maquette pour faciliter l'extraction de quantités et l'estimation.

COBie (Construction Operations Building Information Exchange)

Définition : Format structuré et ouvert (tableau) qui organise les données de l'actif pour les outils de gestion et de maintenance, fournissant un inventaire des composants et des informations pour calculer les coûts d'entretien.

Coût global

Définition : Approche permettant d'évaluer la performance financière des options sur l'ensemble du cycle de vie (construction, exploitation, maintenance, fin de vie) plutôt que de se limiter au coût initial.

Dimensions du BIM (3D, 4D, 5D, 6D, 7D)

Définition : Groupes d'usages où la 3D est la géométrie, la 4D le temps (planification), la 5D les coûts, la 6D l'environnement/énergie et la 7D la gestion en phase d'exploitation.

Estimation des coûts

Définition : Application de méthodologies analytiques pour l'identification et l'évaluation des coûts de construction, pouvant être manuelle ou automatisée via le BIM.

Extraction des quantités

Définition : Usage de modèle consistant à calculer la quantité de matériaux ou d'équipements à partir des modèles 3D pour produire des estimations de coûts.

IFC (Industry Foundation Classes)

Définition : Format de données ouvert et normalisé permettant de représenter les objets du bâtiment (géométrie et propriétés) pour assurer l'échange entre différents logiciels.

Interopérabilité

Définition : Capacité d'un produit ou système à communiquer et coopérer avec d'autres éléments, essentielle pour l'échange de données entre logiciels différents.

Livraison à valeur cible (Target Value Delivery)

Définition : Méthode de gestion issue du Lean Construction qui détermine un coût acceptable selon les objectifs du projet pour supporter la conception et la prise de décision.

LOD (Level of Detail - Niveau de détail)

Définition : Désigne la granularité des informations géométriques modélisées ; plus le LOD est élevé, plus le modèle est réaliste et précis.

LOI (Level of Information - Niveau d'information)

Définition : Définit la quantité et la qualité des données non géométriques contenues dans les objets BIM.

Maquette numérique paramétrique

Définition : Représentation de la géométrie de la construction accompagnée d'informations sur les matériaux, les compositions, et les données temporelles ou financières.

Plan de Gestion BIM (PGB) / Cahier des exigences BIM

Définition : Document central structurant l'organisation des échanges, définissant les livrables, les formats, les niveaux d'information et les attentes des parties prenantes.

Technologies de l'information

Définition : Ensemble des matériels, logiciels et services utilisés pour la collecte, le traitement et la transmission de l'information.

Liste des acronymes

AACEI: Association for the Advancement of Cost Engineering International

Définition : Association recommandant les classes d'estimations.

AEÉCQ : Association des estimateurs et des économistes de la construction du Québec

Définition : Organisme regroupant les professionnels de l'estimation au Québec.

APD : Avant-projet définitif

Définition : Phase de conception correspondant souvent au LOD 300 / Classe 3.

API : Application Programming Interface (Interface de programmation)

Définition : Passerelle permettant la communication automatisée entre logiciels.

APS : Avant-projet sommaire

Définition : Phase de conception préliminaire correspondant souvent au LOD 200 / Classe 4.

BCF : BIM Collaboration Format

Définition : Protocole de communication standard pour la gestion des problèmes dans les projets BIM.

BIM : Building Information Modeling (Modélisation des données du bâtiment)

Définition : Processus collaboratif et technologique centré sur une maquette numérique.

bSDD : buildingSMART Data Dictionary

Définition : Service permettant d'accéder à des termes et définitions de l'environnement bâti.

CCDC : (Comité Canadien des Documents de Construction - implicite)

Définition : Référence aux types de contrats (ex: CCDC 2, 14, 15, 30).

COBie: Construction Operations Building Information Exchange

Définition : Format pour l'échange de données vers l'exploitation et la maintenance.

GBQ : Groupe BIM du Québec

Définition : Organisme à but non lucratif catalysant l'innovation numérique en construction.

GMAO : Gestion de maintenance assistée par ordinateur

Définition : Outil de gestion utilisé en phase d'exploitation.

IDS : Information Delivery Specification

Définition : Norme pour définir et vérifier les exigences en matière d'information.

IFC : Industry Foundation Classes

Définition : Format de données ouvert normalisé pour les actifs immobiliers.

LOD : Level of Detail (Niveau de détail)

Définition : Granularité des informations géométriques.

LOI : Level of Information (Niveau d'information)

Définition : Quantité et qualité des données non géométriques.

MOA : Maître d'ouvrage (Donneur d'ouvrage)

Définition : Entité définissant les attentes et exigences du projet.

PGB : Plan de Gestion BIM

Définition : Document structurant l'organisation et les échanges BIM.

PPP : Partenariat Public-Privé

Définition : Mode de réalisation de projet.

SQI : Société québécoise des infrastructures

Définition : Donneur d'ouvrage public québécois.

STM : Société de transport de Montréal

Définition : Donneur d'ouvrage public cité en exemple.

Annexe II - Sondage 2025 sur les pratiques BIM 5D

Objectifs et méthodologie du sondage

L'objectif du présent sondage était d'explorer le niveau de connaissances et de compétences des professionnels québécois en matière de BIM et, plus spécifiquement du BIM 5D, ainsi que leur niveau d'utilisation. Le sondage a initialement été diffusé lors du congrès annuel de l'AÉECQ en novembre 2024. Il a ensuite été diffusé en ligne, principalement par le biais des réseaux de l'AEÉCQ et le GBQ jusqu'en mars 2025. Les réponses ont été recueillies de manière anonyme, sans possibilité d'identifier individuellement les participants.

Au terme de la collecte des données, 79 réponses ont été considérées comme valides. Les personnes visées étaient principalement des professionnels québécois travaillant dans le domaine de la construction et intéressés par les questions d'intégration des nouvelles technologies dans les pratiques.

Les données ont été analysées à l'aide des logiciels Excel et Power BI. Afin de procéder à cette analyse, les réponses ont été classées en fonction des catégories de l'organisation du participant. Ces catégories comprennent les maitres d'œuvre, les donneurs d'ouvrage, les concepteurs et toute autre forme de compagnie.

Profil des répondants

La Figure 4 représente la répartition des répondants par catégorie d'acteurs. L'analyse de l'échantillon sondé indique que les entrepreneurs généraux et les consultants (gestion de projet ou économistes de la construction) constituent les groupes les plus nombreux, notamment chez les 30-39 ans et les 50 ans et plus. Les maîtres d'ouvrage publics sont également présents en nombre significatif, répartis de manière relativement uniforme entre les tranches d'âge de 30 à 50 ans et plus. En revanche, les architectes, ingénieurs, entrepreneurs spécialisés, ainsi que les acteurs du domaine technologique ou du développement logiciel sont peu représentés. De manière générale, la participation est dominée par des professionnels expérimentés (30 ans et plus), tandis que les 20-29 ans sont très minoritaires.

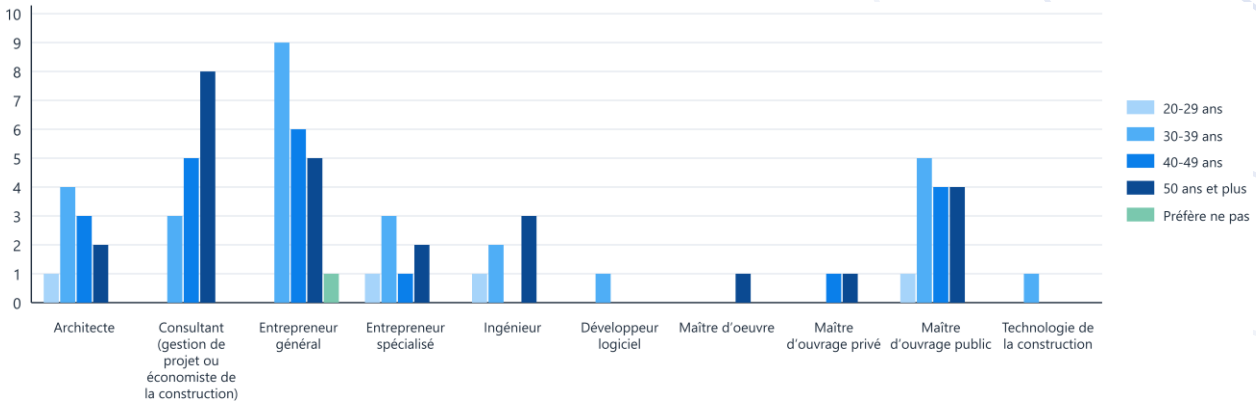


Figure 4. Répartition des répondants par catégories d'acteurs

Taille des entreprises

Tel qu'illustré par la Figure 5, la majorité des répondants proviennent d'organisations de taille moyenne - 11–500 personnes (notamment les entrepreneurs généraux, architectes et entrepreneurs spécialisés). Les maîtres d'ouvrage publics se distinguent par une forte présence de structures de plus de 500 personnes. Les consultants sont répartis entre petites structures (1–10) et moyennes (11–500). Les ingénieurs sont partagés entre moyennes et grandes organisations. Les autres catégories (MO privé, techno, développeur) sont marginales.

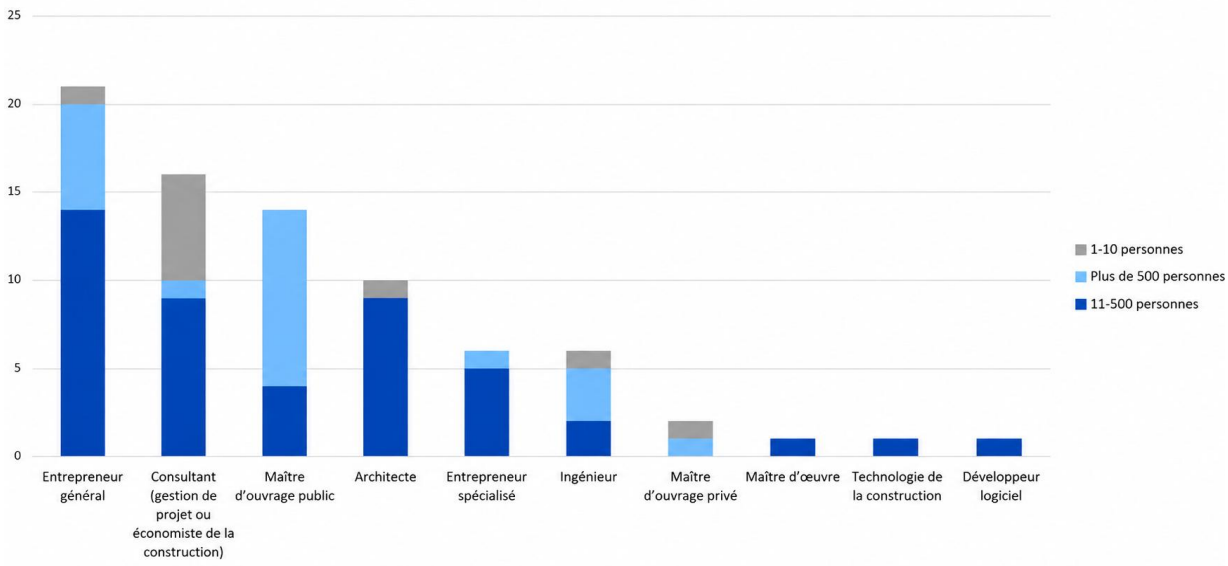


Figure 5. Taille des entreprises des répondants

Compétences

Au terme de l'analyse, il apparaît que, sur un total de 79 réponses recueillies, 77 d'entre elles indiquent une connaissance du BIM. La Figure 6 montre que les petites équipes de projet (1–5) sont composées majoritairement de profils avancés, avec des intermédiaires et peu d'experts. Les équipes moyennes (6–10) montrent une répartition avancée/intermédiaire, avec une petite part de débutants. Les grandes équipes (>10) affichent la répartition la plus équilibrée, incluant davantage d'experts.

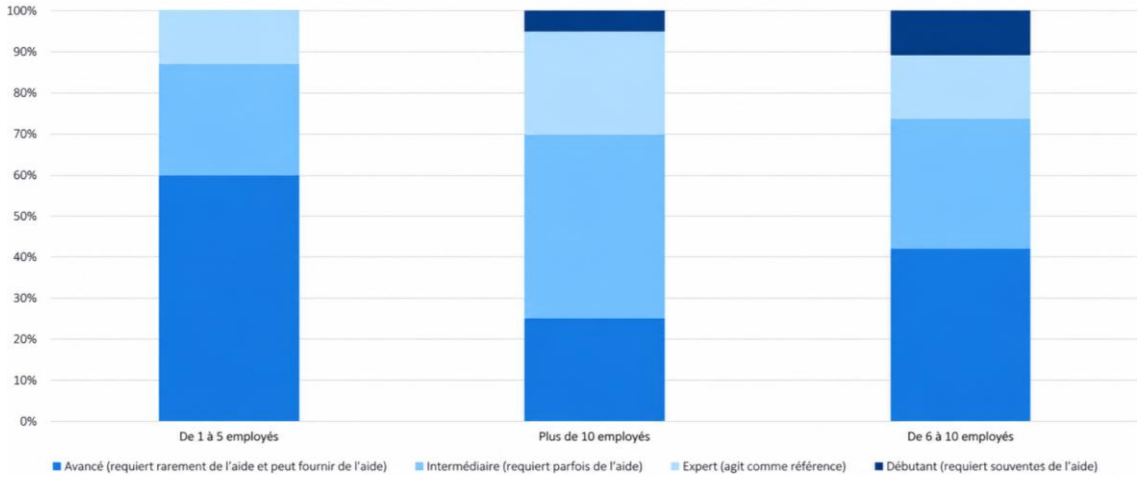


Figure 6. Compétences technologiques selon les tailles d'équipes projets

La Figure 7 permet de constater que les entrepreneurs généraux se démarquent par une forte adoption des maquettes numériques. Ils constituent la catégorie la plus représentée lorsque plus de la moitié des projets intègrent une maquette (51–75 %), et restent dominants lorsque l'usage atteint son niveau le plus élevé (76–100 % des projets).

Les consultants déclarent pour leur part des niveaux d'usage plus faibles. Ils se concentrent surtout dans la tranche 1–10 % des projets. Les maîtres d'ouvrage publics montrent une répartition plus contrastée. Ils sont présents dans les faibles proportions (1–25 %), mais se retrouvent aussi parmi ceux qui déclarent un usage généralisé (76–100 %).

Les architectes se situent principalement dans la tranche 11–25 %, où leur part est notable, mais ils apparaissent très peu dans les niveaux plus élevés d'adoption. Les entrepreneurs spécialisés indiquent surtout un usage limité, concentré dans la tranche 1–10 %. Les ingénieurs déclarent surtout des usages situés dans les niveaux intermédiaires, mais leur présence reste limitée par rapport aux autres catégories.

Finalement, les maîtres d'ouvrage privés ne déclarent que du très faible usage (100 % à 1–10 %), tandis que les maîtres d'œuvre ne figurent que dans l'usage maximal (100 % à 76–100 %).

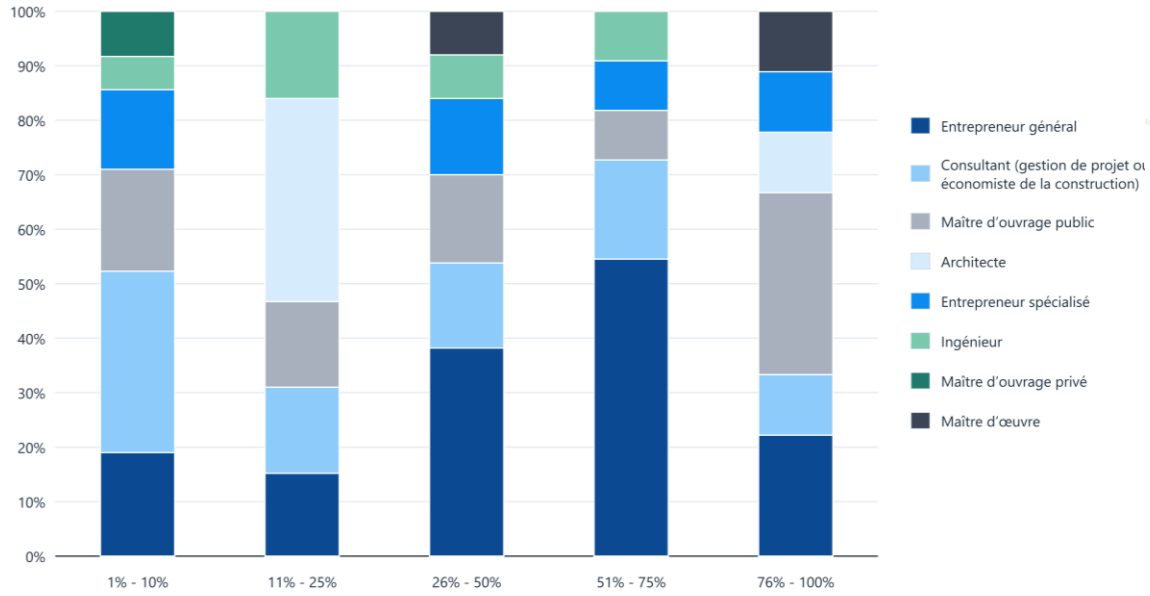


Figure 7. Part des projets utilisant des maquettes numériques

Des défis partagés

L'adoption du BIM s'accompagne de plusieurs enjeux qui freinent son déploiement et son intégration dans les pratiques des acteurs de la construction. Les trois catégories d'acteurs interrogés partagent des problématiques similaires, la formation étant un enjeu majeur. La Figure 8 illustre que la collaboration et la qualité de la maquette apparaissent comme les défis pratiques les plus prioritaires, avec une importance plus marquée pour la maîtrise d'œuvre.

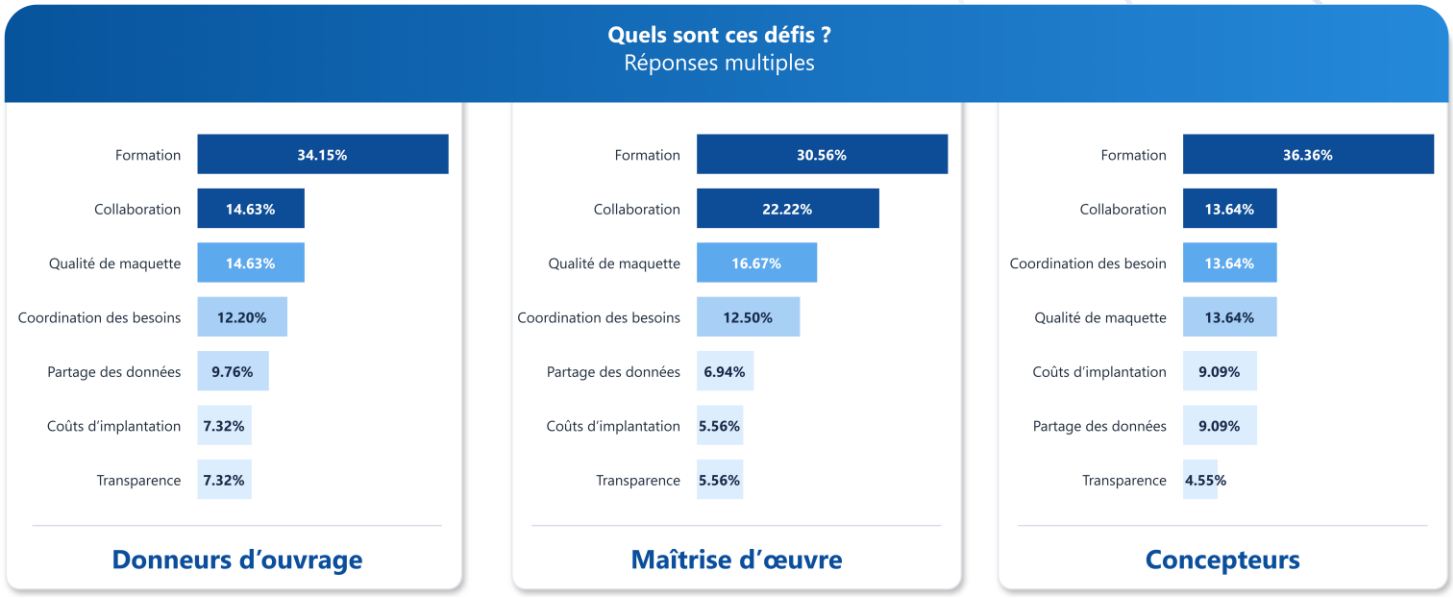


Figure 8. Principaux enjeux en lien avec l'adoption du BIM

Tendances de la maitrise d'ouvrage

La Figure 9 montre que la maîtrise d'ouvrage rencontre des difficultés à respecter les budgets, la majorité des projets dépassant l'écart de 5 %. Une forte demande (93,75 %) s'exprime pour des outils et méthodes de suivi des coûts.

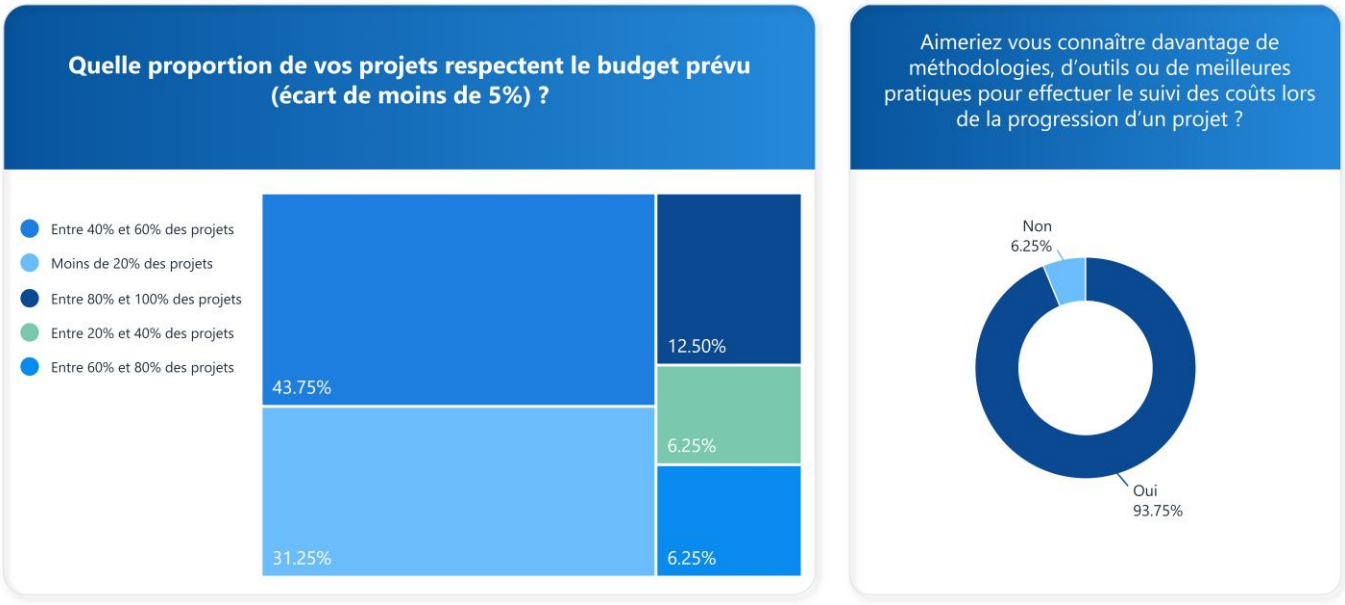


Figure 9. Proportion de projets respectant le budget prévu

Parmi les répondants, plus de 68 % déclarent utiliser des maquettes numériques dans leurs projets. La Figure 10 montre que les principaux bénéfices tirés de cette utilisation sont une économie d'effort, un gain de temps et une meilleure visualisation des données. Ces constats traduisent des attentes claires de la maîtrise d'ouvrage envers le BIM, perçu comme un moyen d'améliorer le suivi et la gestion globale des projets.

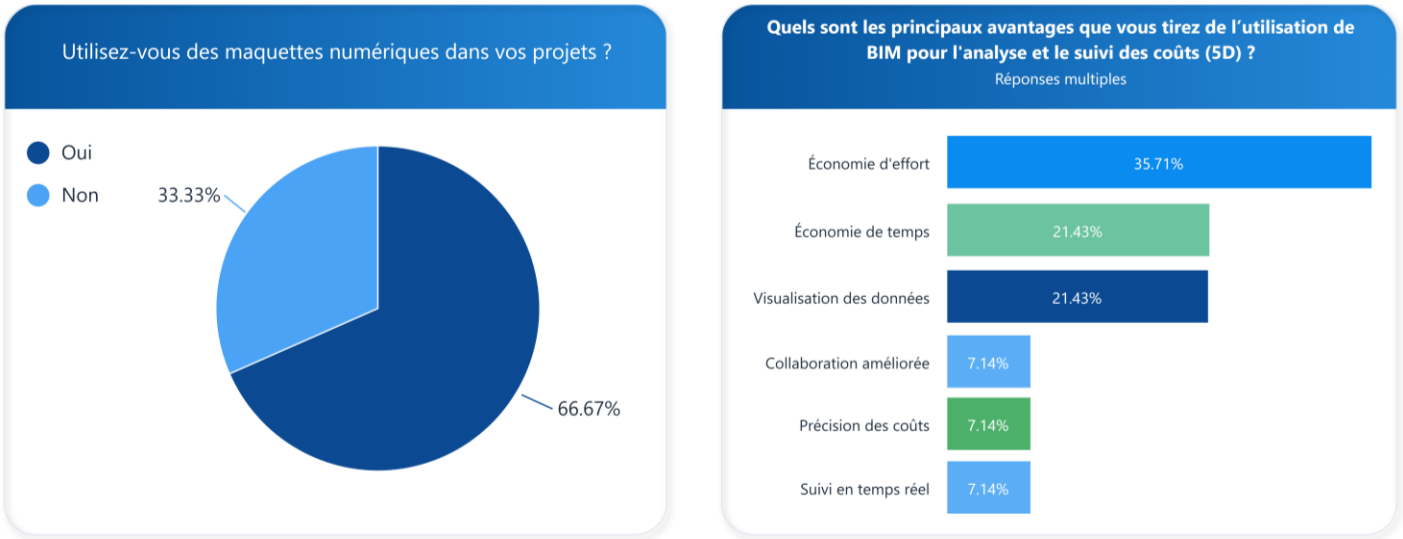


Figure 10. Principaux avantages du BIM mentionnés par les répondants

Tendances des concepteurs et maitres d'œuvre

Les concepteurs et les maîtres d'œuvre rencontrent des difficultés à respecter les budgets, la majorité des projets dépassant l'écart de 5 %. La Figure 11 montre que chez les concepteurs, seuls 18,75 % respectent le budget dans 80 à 100 % des cas. La Figure 12 montre que du côté des maîtres d'œuvre, 31,25 % atteignent ce niveau. Les concepteurs comme les maîtres d'œuvre se montrent largement intéressés par de nouvelles méthodologies, outils ou bonnes pratiques pour le suivi des coûts, avec plus de 80 % de réponses positives dans les deux cas.

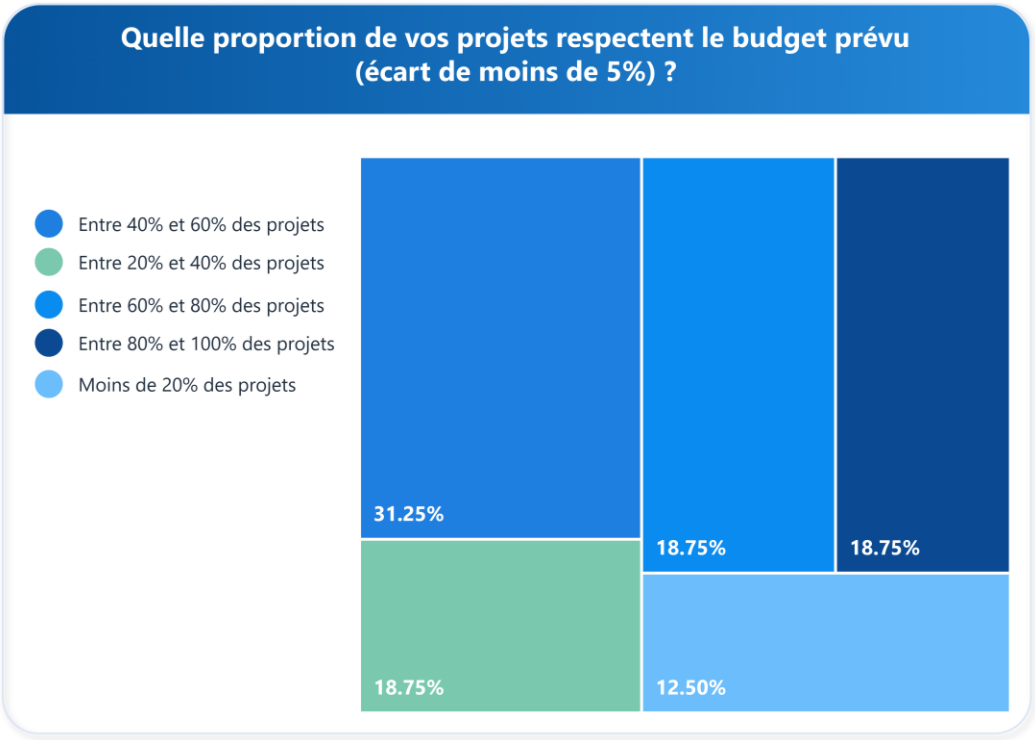


Figure 11. Proportion de projets qui respectent le budget chez les concepteurs

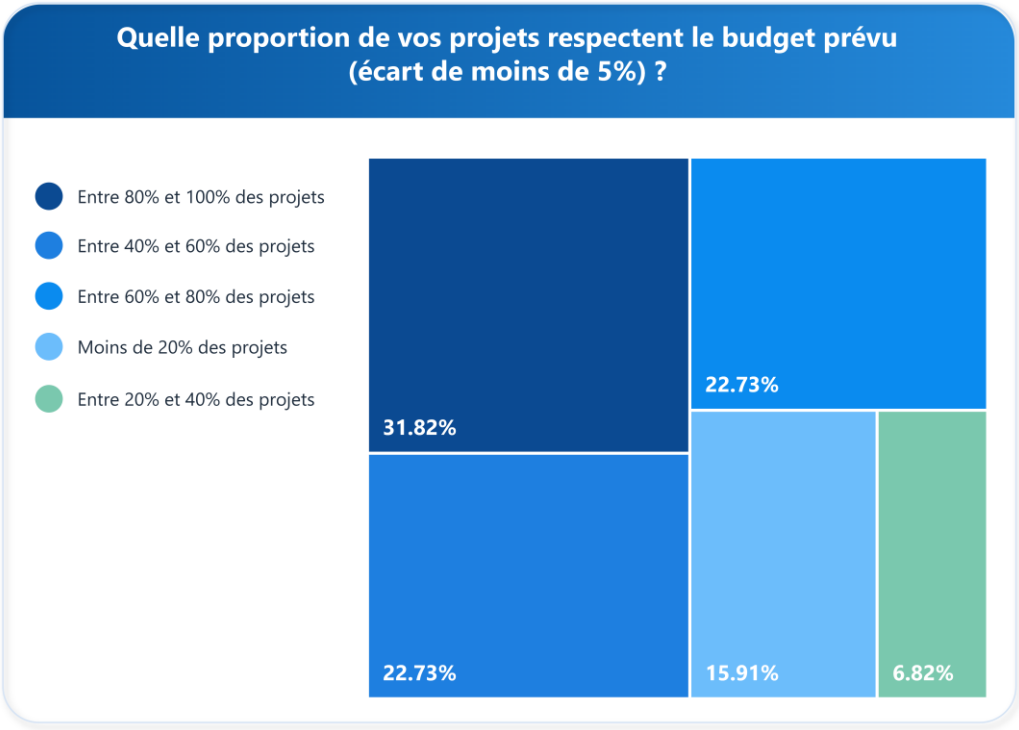


Figure 12. Proportion de projets qui respectent le budget chez les maîtres d'œuvres

Parmi la maitrise d'œuvre, 20 % ont répondu utiliser un logiciel 5D pour l'estimation des projets. La Figure 13 nous montre que les principaux avantages relevés de cette utilisation sont une meilleure visualisation des données, une meilleure collaboration et une économie d'efforts. Ces résultats traduisent une meilleure compréhension des projets et des besoins des clients.

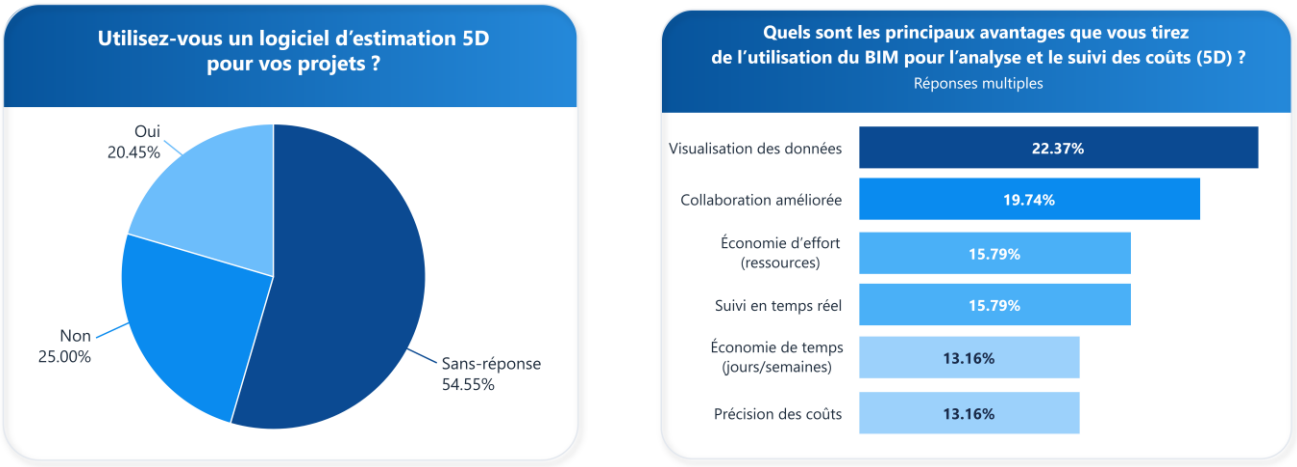


Figure 13. Principaux avantages de l'usage du BIM pour l'analyse et le suivi des coûts chez les maîtres d'œuvre

Concernant les concepteurs, 31 % d'entre eux déclarent utiliser un logiciel 5D pour leurs estimations. La Figure 14 nous montre que ces derniers considèrent qu'une meilleure collaboration ainsi qu'une économie d'efforts et de temps sont les avantages principaux de cette utilisation. Ces résultats reflètent une optimisation des processus de conception et de la coordination entre les acteurs du projet.

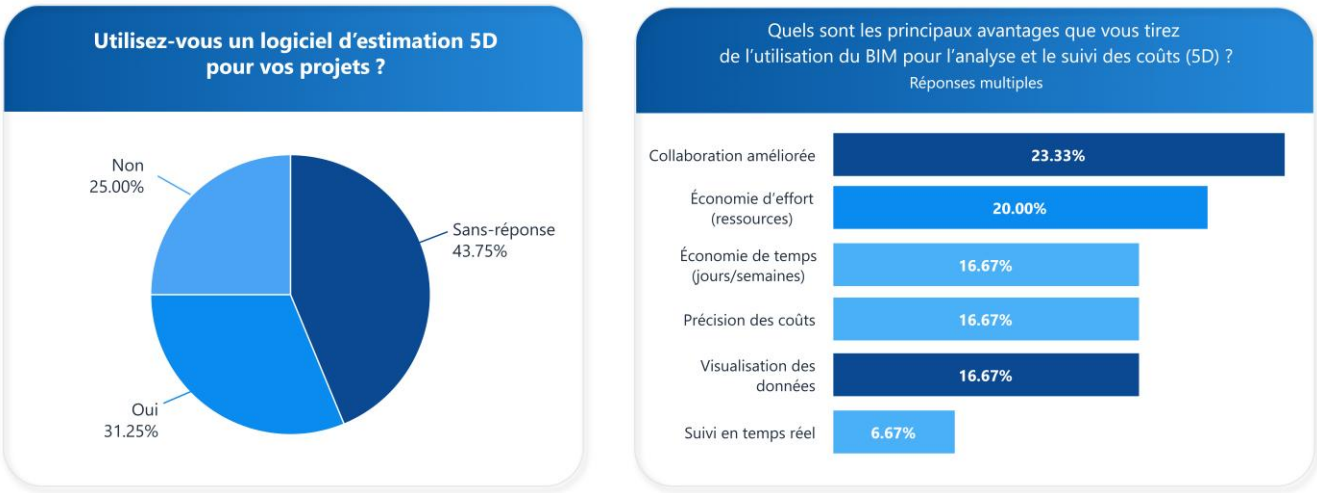


Figure 14. Principaux avantages de l'usage du BIM pour l'analyse et le suivi des coûts chez les concepteurs

Comment évaluez-vous la communication entre les parties prenantes ?

La Figure 15 montre les résultats de l'évaluation de la qualité des communications par les parties prenantes. Les maîtres d'ouvrage privés obtiennent la meilleure évaluation de la communication (8,5), suivis de la maîtrise d'œuvre (8,0). Les architectes, entrepreneurs généraux et entrepreneurs spécialisés se situent dans une moyenne autour de 6,6 à 6,8. Les ingénieurs, consultants et maîtres d'ouvrage publics affichent les notes les plus basses (6,0 à 6,3), indiquant une communication perçue comme plus difficile dans ces catégories.

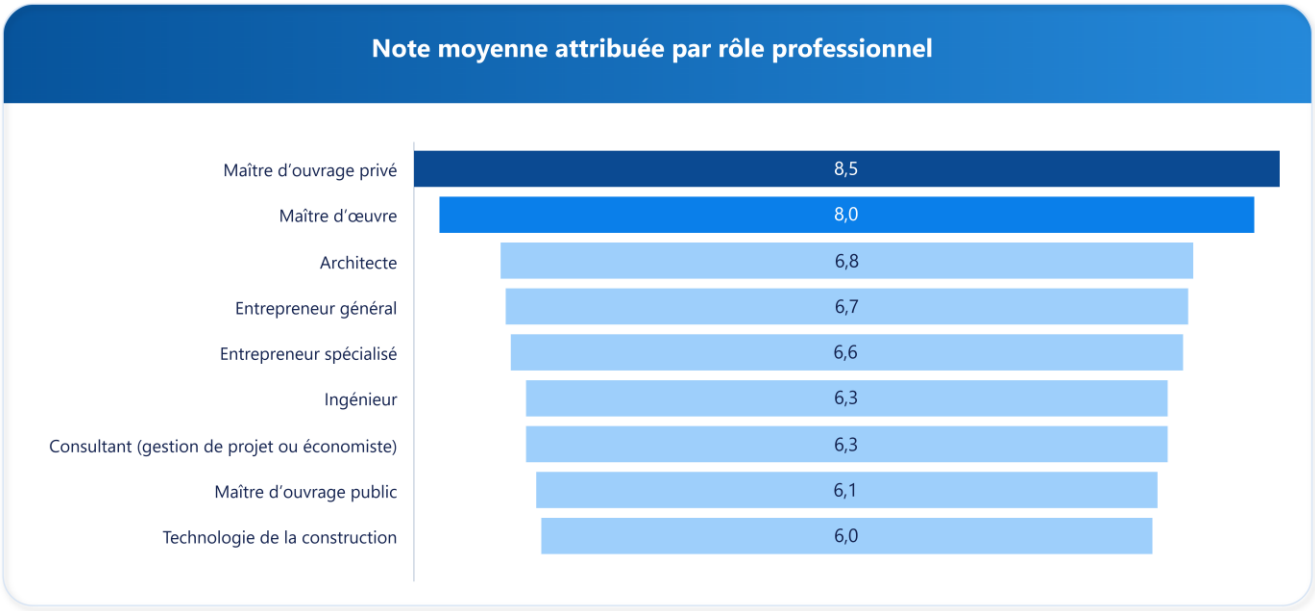


Figure 15. Évaluation de la qualité de la communication entre parties prenantes par chacune d'elles

Les entrepreneurs généraux sont les plus nombreux à utiliser régulièrement des plateformes collaboratives, avec une proportion notable d'usages « parfois » et « souvent ». Les consultants et entrepreneurs spécialisés montrent également une utilisation présente mais plus modérée. Les architectes et ingénieurs utilisent ces plateformes principalement de façon occasionnelle. La maîtrise d'ouvrage publique présente un profil très varié allant du non-usage à l'usage fréquent, alors que la maîtrise d'ouvrage privée et le secteur technologique se distinguent par un usage faible ou rare. Ces résultats, illustrés par la Figure 16, montrent que l'adoption est surtout portée par les acteurs impliqués dans la coordination et l'exécution.

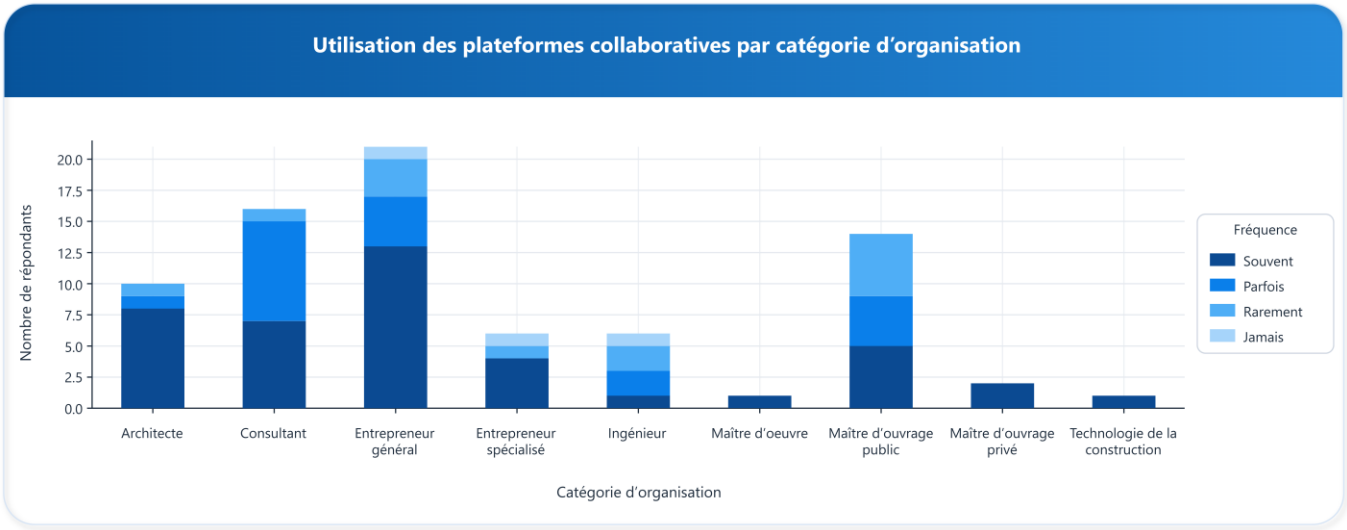


Figure 16. Plateformes collaboratives utilisées par les parties prenantes

Tel que démontré par la Figure 17, les entrepreneurs généraux mettent à jour leurs maquettes le plus souvent, avec des fréquences importantes d'actualisation hebdomadaire, quotidienne et aux étapes clés. Les consultants suivent avec une répartition également soutenue entre hebdomadaire, étapes clés et, dans certains cas, quotidien.

Les maîtres d'ouvrage publics présentent un rythme relativement régulier mais dispersé entre hebdomadaire, mensuel et étapes clés. Les architectes et entrepreneurs spécialisés montrent des mises à jour plus modérées, centrées sur l'hebdomadaire ou liées aux phases du projet. Les ingénieurs et les maîtres d'ouvrage privés apparaissent moins actifs dans la mise à jour, tandis que le secteur technologique intervient surtout ponctuellement. Globalement, la responsabilité d'actualiser les modèles repose principalement sur les équipes de production et de coordination.

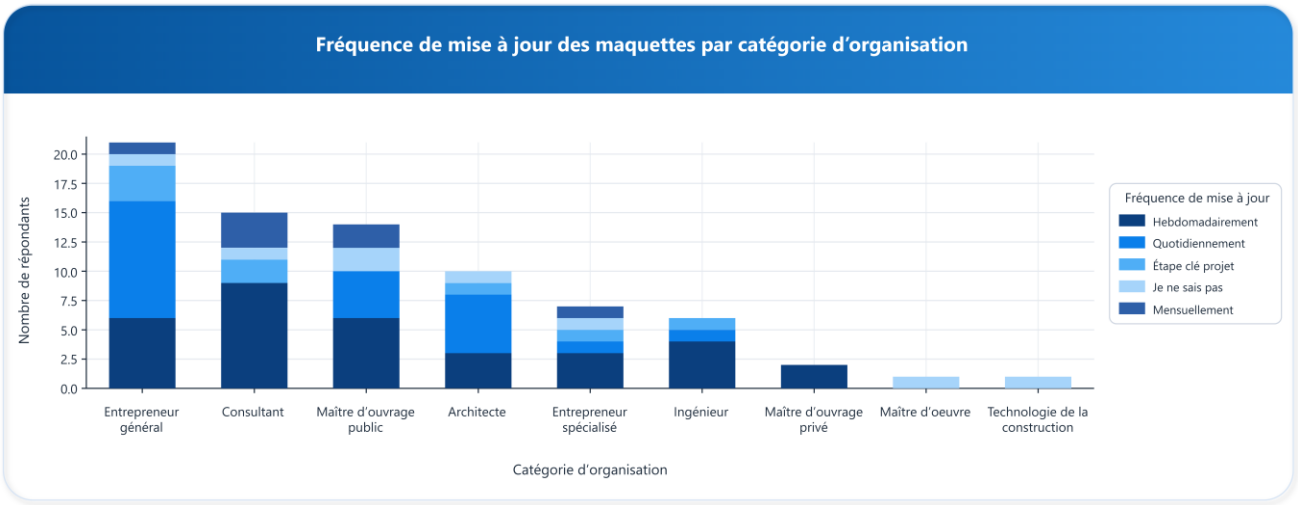


Figure 17. Fréquence de mise à jour des maquettes par catégories d'organisation

Annexe III – Complément d'informations

Automatisation des processus

Rôle des plugins et API

Les logiciels de modélisation et d'estimation s'appuient de plus en plus sur des plugins (compléments) et des API (interfaces de programmation) qui permettent :

- D'automatiser l'extraction des quantités depuis les maquettes numériques ;
- De connecter directement les bases de données de coûts internes aux objets du modèle ;
- De développer des passerelles personnalisées entre outils BIM, ERP, systèmes de gestion de chantier et plateformes de suivi budgétaire.

Ces intégrations peuvent :

- Améliorer l'efficacité des processus ;
- Permettre une mise à jour dynamique des coûts ;
- Vérifier la cohérence des nomenclatures, des codifications et des unités avant l'export vers un outil d'estimation **;**
- Faciliter l'interopérabilité et la conversion grâce aux exports vers des formats ouverts (IFC, BCF, XLSX) afin de partager la donnée avec d'autres disciplines.

Le choix d'utiliser ou d'implanter des plugins et des API revient à chaque intervenant. Cependant, ces choix doivent permettre de conserver la philosophie de l'OpenBIM. Les plugins orientés 5D ne se limitent pas à extraire des quantités : ils constituent de véritables assistants de gestion économique du projet.

Fonctions clés des plugins dans le contrôle des coûts BIM 5D

Ils facilitent la liaison entre les modèles numériques et les processus de contrôle financier, en automatisant les tâches clés du cycle d'estimation.

L'utilisation de plugins permet de réduire considérablement le temps de saisie manuelle et d'éviter les erreurs de transcription entre modèles et feuilles de calcul. Le Tableau 4 présente les principales fonctionnalités de ces plugins et les cas d'usage BIM auxquels elles répondent.

Tableau 4. Fonctionnalité clé de plugins et les cas d'usage BIM auxquels elles répondent

Cas d'usage BIM 5D	Fonctionnalité clé des plugins et intégrations	Résultat attendu
Extraction automatisée des quantités	Identification et calcul des volumes, surfaces, linéaires et unités à partir des propriétés des objets BIM	Réduction du temps de métré et fiabilité accrue des données sources
Classification et codification	Attribution automatique de codes Uniformat, MasterFormat ou internes à chaque objet du modèle	Structuration homogène des données pour l'analyse et l'estimation
Liaison aux bases de coûts	Connexion dynamique entre les objets BIM et les articles d'une base de prix (ratios, coûts unitaires, historiques)	Évaluation rapide et cohérente des coûts à partir de la maquette
Simulation budgétaire	Génération de scénarios alternatifs (choix de matériaux, variantes techniques, phasage)	Comparaison immédiate des impacts financiers sur le coût global
Suivi de la cohérence et du changement	Détection des écarts entre les versions du modèle (ajouts, suppressions, modifications)	Mise à jour automatique des coûts et traçabilité des révisions
Export et interopérabilité	Synchronisation des données vers des formats ouverts (IFC, BCF, XLSX, COBie)	Partage fluide entre concepteurs, estimateurs et gestionnaires
Intégration au suivi budgétaire	Transmission des estimations vers des ERP, tableaux de bord ou plateformes de suivi des coûts	Consolidation financière et contrôle continu du budget projet

Intégration avec les systèmes ERP ou autres

Les API vont encore plus loin : elles permettent à plusieurs systèmes logiciels de communiquer entre eux de manière automatisée. Elles servent de passerelle entre le modèle BIM et des systèmes tiers, comme les ERP, les plateformes de gestion de projet ou les outils de business intelligence (BI).

La mise à jour dynamique des coûts et de toute modification apportée à la maquette (matériaux, quantités, objets) déclenche automatiquement la révision des coûts dans la base de données.

La synchronisation avec un ERP alimente directement les lignes budgétaires et les suivis d'approvisionnement à partir des quantités et des coûts extraits du modèle.

Des tableaux de bord financiers permettant de visualiser les données issues de la maquette peuvent être consultés en temps réel dans Power BI, Tableau ou Qlik via une API.

Par exemple, une API peut relier Revit à une base de données de coûts interne via un service REST, garantissant ainsi que tout changement apporté au modèle met automatiquement à jour le devis détaillé.

À long terme, la combinaison des plugins et des API crée un écosystème BIM 5D interconnecté dans lequel la maquette numérique devient le cœur de la donnée de projet.

Les estimateurs, les ingénieurs et les gestionnaires peuvent ainsi collaborer en temps réel sur une base commune, tout en assurant la cohérence et la fiabilité des coûts.