

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PARTAGE D'INFORMATIONS ET CRÉATION DE CONNAISSANCES AU SEIN DES PROJETS DE
CONSTRUCTION : L'IMPACT DU BIM

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

MAÎTRISE EN GESTION DE PROJET

PAR

LAMYAA EL HILAL

AVRIL 2026

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier du fond du cœur ma directrice de recherche, Madame Sara Rankohi, pour son soutien, sa patience et sa confiance. Merci pour ses conseils, son regard critique mais toujours bienveillant, et pour m'avoir accompagnée tout au long de ce travail. J'ai énormément appris grâce à elle et je lui en suis vraiment reconnaissante.

Je souhaite également remercier toutes les personnes qui ont accepté de me consacrer du temps lors des entretiens. Leur disponibilité, leurs expériences et leurs réflexions ont été précieuses pour la réalisation de cette recherche. Je leur suis profondément reconnaissante pour leur contribution et leur intérêt porté à mon travail.

Je remercie aussi ma famille, pour sa présence, son affection et ses encouragements constants. Merci d'avoir été là dans les moments de doute et de fatigue, et merci d'avoir célébré les petites comme les grandes avancées avec moi. Sans vous, ce mémoire n'aurait pas été possible.

Enfin, je tiens à remercier tout particulièrement mon mari et mon fils Yasser. Merci pour votre amour, votre patience et votre soutien indéfectible tout au long de ce parcours. Vous avez été une source précieuse de force et de motivation.

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire à mon enfant, source de force, d'amour et de motivation tout au long de ce parcours.

Je le dédie également à mon mari, pour son amour, sa patience et son soutien indéfectible.

TABLE DES MATIÈRES

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL.....	i
Service des bibliothèques.....	i
REMERCIEMENTS	ii
DÉDICACE	iii
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS	ix
RÉSUMÉ	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION	- 1 -
CHAPITRE 1 CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE.....	4
1.1 L'importance de l'industrie de la construction publique au Québec.....	5
1.2 La fragmentation dans l'industrie de la construction publique au Québec.....	6
1.3 L'émergence des solutions numériques : BIM	7
1.4 Problématique.....	9
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE CONCEPTUEL	11
2.1 La fragmentation comme enjeu du secteur de la construction.....	12
2.1.1 Les causes, les formes et les manifestations de la fragmentation dans le secteur de la construction	12
2.1.2 Les répercussions de la fragmentation sur la performance et la collaboration	14
2.1.3 La fragmentation comme obstacle au partage d'informations et de connaissances	15
2.2 Fondements théoriques de l'information et de la connaissance.....	16
2.2.1 Hiérarchie et conceptualisation de l'information et de la connaissance	17
2.2.2 Partage d'information : perspectives théoriques	20
2.2.3 Flux informationnels comme indicateurs de performance.....	22
2.3.1 Histoire et Évolution du concept de BIM	29
2.3.2 Dimensions BIM	31
2.3.3 Niveaux de maturité du BIM	32
2.3.4 Bénéfices du BIM dans l'optimisation des projets de construction.....	33
2.3.5 Rôle du BIM dans le partage d'informations, la création et la circulation des connaissances tacites et explicites.....	34

2.3.6	Obstacles à l'adoption du BIM	37
2.3.7	Théorie du <i>sensemaking</i>	38
2.4.	Cadre conceptuel	39
2.4.1	Variables conceptuelles	40
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE		43
3.1	Type de recherche	45
3.2	Positionnement épistémologique	46
3.3	Population et échantillonnage	49
3.4	Collecte des données.....	52
3.5	Préparation et analyse des données	54
3.5.1	Codage initial et identification des thèmes.....	55
3.5.2	Comparaison constante et regroupement des codes	55
3.5.3	Organisation et structuration des catégories.....	55
3.5.4	Validation et fiabilité de l'analyse	56
3.5.5	Interprétation et présentation des résultats	57
CHAPITRE 4 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE		58
4.1	Présentation des participants	59
4.2	Présentation des résultats.....	60
4.2.1	Axe 1 : Analyse socio organisationnelle du partage d'informations et BIM	60
4.2.1.1	Le BIM comme solution technique à la fragmentation.....	62
4.2.1.2	Vers une culture de collaboration et de transparence	66
4.2.1.3	Transformation des pratiques et nouvelles dynamiques collaboratives	67
4.2.1.4	Les barrières organisationnelles, humaines et techniques.....	68
4.2.1.4.1	Barrières organisationnelles et humaines.....	69
4.2.1.4.2	Barrières techniques et limites d'interopérabilité	75
4.2.1.5	Cadre normatif et gouvernance du partage.....	78
4.2.1.6	Synthèse axe 1.....	84
4.2.2	Axe 2 : Création des connaissances.....	86
4.2.2.1	Les conditions cadres de la création de sens : Gouvernance et facteurs humains.....	86
4.2.2.2	Le BIM comme catalyseur de la spirale de création de connaissances (SECI)	89
4.2.2.2.1	Socialisation (Tacite à Tacite) : La construction du sens commun	89
4.2.2.2.2	Externalisation (Tacite à Explicite) : La formalisation des savoir-faire.....	90
4.2.2.2.3	Combinaison (Explicite à Explicite) : L'enrichissement des données	91
4.2.2.2.4	Internalisation (Explicite à Tacite) : L'apprentissage par la pratique	92
4.2.2.3	Transfert, mémoire et capitalisation des connaissances	93
4.2.2.4	Synthèse axe 2	97
CHAPITRE 5.....		100
DISCUSSION.....		100
5.1	Les transformations informationnelles induites par le BIM.....	101

5.1.1 Reconfigurations des flux d'information dans les projets de construction publics	101
5.1.2 Transparence numérique et nouvelles formes de visibilité collective.....	103
5.1.3 Gouvernance, régulation et alignement institutionnel.....	105
5.1.4 Les barrières à la mise en place du BIM	108
5.1.5 Conclusion axe 1.....	112
5.2 Le BIM comme dispositif cognitif et espace de construction du sens	112
5.2.1 Les fondements organisationnels et humains de la construction du sens collectif.....	112
5.2.2 La contribution du BIM à la spirale SECI de création de connaissances	115
5.2.2.1 Socialisation : l'émergence d'un espace partagé d'expériences tacites	116
5.2.2.2 Externalisation : rendre explicitable l'implicite grâce à la formalisation numérique	117
5.2.2.3 Combinaison : la puissance collaborative de la recombinaison numérique.....	118
5.2.2.4 Internalisation : de nouvelles compétences et routines ancrées par la pratique	119
5.2.3 Transfert, mémoire organisationnelle et capitalisation des connaissances	120
CHAPITRE 6.....	124
CONCLUSION	124
6.1 Réponses aux questions de recherche	125
6.1.1 Effet du BIM sur la diffusion d'informations	125
6.1.2 Contribution du partage d'information à la création de connaissances.....	126
6.2 Contributions théoriques	127
6.3 Contributions pratiques et managériales.....	128
6.4 Limites de la recherche	129
6.5 Pistes de recherche future	130
6.6 Conclusion générale	130
ANNEXE A GUIDE D'ENTRETIEN DES PARTICIPANTS STRATÉGIQUES.....	131
ANNEXE B GUIDE D'ENTRETIEN DES PARTICIPANTS OPÉRATIONNELS	132
ANNEXE C FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT	133
ANNEXE D CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE	137
RÉFÉRENCES	138

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Analyse de la fragmentation de l'industrie de la construction publique au Québec. Élaboration personnelle inspirée de Bourgault et al. (2020) et Gouvernement du Québec (2024)	7
Figure 1.2 Chronologie de l'émergence et de l'adoption du BIM. Élaboration personnelle inspirée de Gouvernement du Québec (2024) et Institut du Québec (2025).....	9
Figure 2.1 La fragmentation dans l'industrie de la construction : causes et conséquences. Élaboration personnelle à partir de Fulford et Standing (2014 ; Mehran et al. (2022) ; Mohd Nawi et al. (2014) ; Perera et al. (2022) ; Riazi et al. (2020).....	14
Figure 2.2 La hiérarchie de la connaissance, tirée et adaptée de Bender et Fish (2000, p. 126)	17
Figure 2.3 : Distinction entre données, informations et connaissances inspiré de Klimešová (2009)	19
Figure 2.4 Facteurs et impacts des flux informationnels. Élaboration personnelle à partir de Abhulimen (2024) ; Rahayu et Sulistyowati (2024) ; Rahman et al. (2014) ; Zhao (2009)).....	23
Figure 2.5 Le modèle SECI de la création de connaissances. Tiré et adapté de Nonaka et al. (1996, p.206).	26
Figure 2.6 Les dimensions du BIM. Élaboration personnelle basée sur les travaux de Ding et al. (2014) ; Sun et al. (2024) Vigneault et al. (2019) ; Yang et al. (2021),	32
Figure 2.7 Schématisation de cadre conceptuel	41
Figure 3.1 Conception de la recherche	44
Figure 3.2 Conceptions épistémologiques liées à la connaissance et à l'apprentissage. Élaboration personnelle inspirée de Schommer Aikins (2004).....	47
Figure 4.1 Synthèse de l'axe 1 : le processus de transformation du partage d'informations par le BIM... ..	85
Figure 4.2 Synthèse de l'axe 2 : BIM comme dispositif sociotechnique de création et de capitalisation des connaissances.....	98

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 Distinction entre les connaissances tacites et explicites. Synthèse de l’auteur d’après Alavi et Leidner (2001) ; Choo (2001) ; Nonaka (1994).....	20
Tableau 2.2 Définitions du BIM. Élaboration personnelle à partir des travaux de Azhar (2011) ; Borkowski (2023) ; EU BIM Task Group (2017) ; Mohammed et al. (2022).....	30
Tableau 2.3 Récapitulatif des niveaux de maturité BIM inspiré de Succar (2009)	33
Tableau 3.1 Les critères de sélection des participants.....	50
Tableau 4.1 Caractéristiques des participantes et participants aux entretiens.....	59

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AECO: Architecture, Engineering, Construction, and Operation

BEP : BIM Execution Plan (Plan d'exécution du BIM)

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

CAD : Computer-Aided Design (Dessin assisté par ordinateur)

CCQ : Commission de la construction du Québec

CDE : Common Data Environment (Environnement commun des données)

DBB : Design-bid-build (Modèle classique de passation de marché)

IFC : Industry Foundation Classes (Standard de format de fichier neutre)

IoT : Internet of Things (Internet des objets)

KI : Knowledge Integration (Intégration des connaissances)

KPI : Key Performance Indicators (Indicateurs clés de performance)

PME : Petites et moyennes entreprises

SECI : Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internalisation (Modèle de création de connaissances)

RÉSUMÉ

Ce mémoire analyse l'impact du Building Information Modeling (BIM) sur le partage d'informations et la création de connaissances dans les projets de construction publics au Québec. Dans un secteur historiquement marqué par une forte fragmentation organisationnelle, contractuelle et informationnelle, les flux d'informations demeurent un facteur stratégique pour optimiser la coordination, réduire les inefficacités et favoriser l'apprentissage organisationnel. Si le BIM apparaît comme un levier prometteur de transformation numérique permettant la centralisation des données, l'intégration des acteurs et la continuité informationnelle, son déploiement fait cependant face à des obstacles organisationnels, techniques et culturels.

À travers une étude qualitative exploratoire menée auprès d'acteurs impliqués dans la conception, l'implantation et la gouvernance du BIM, la recherche montre en quoi cet outil influence la circulation des informations, facilite le partage inter-organisationnel et contribue à la création de connaissances collectives, notamment selon les logiques du sensemaking et du modèle SECI. Les résultats mettent en évidence la capacité du BIM à transformer les pratiques collaboratives, mais soulignent également la nécessité d'accompagner son déploiement par des actions structurantes en matière de gouvernance, de standardisation, et de culture organisationnelle. Ainsi, ce mémoire apporte une contribution théorique au champ du BIM comme dispositif sociotechnique de production de sens collectif et propose des pistes pratiques pour renforcer la performance collaborative dans la construction publique québécoise.

Mots clés : BIM ; partage d'informations ; création de connaissances ; construction publique ; fragmentation ; flux informationnels ; sensemaking ; modèle SECI.

ABSTRACT

This research investigates the impact of Building Information Modeling (BIM) on information sharing and knowledge creation in public construction projects in Quebec. Construction projects are traditionally characterized by fragmentation, discontinuous information flows and limited knowledge transfer, which hinder collaborative performance and organizational learning. In this context, BIM is increasingly seen as a socio-technical approach able to improve information continuity, transparency and inter-organizational collaboration throughout the project lifecycle.

Through a qualitative exploratory methodology based on semi-structured interviews with professionals involved in BIM initiatives and governance, the results reveal how BIM transforms communication practices, facilitates collective interpretation processes and supports knowledge conversion mechanisms described by the SECI model and sensemaking theory. However, the study also highlights persistent organizational, technical and cultural barriers that limit BIM adoption and its real contribution to knowledge creation. The findings contribute to the theoretical understanding of BIM as an informational and cognitive system and provide practical insights regarding digital transformation strategies in public construction projects in Quebec.

Keywords: BIM; information sharing; knowledge creation; public construction; fragmentation; information flows; sensemaking; SECI model.

INTRODUCTION

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéressons au secteur de la construction publique au Québec, un secteur où la coordination entre organisations est essentielle à la performance des projets (Jobidon et al., 2018). Ce secteur se caractérise par la multiplicité des acteurs impliqués, la complexité des processus décisionnels et le rôle stratégique des projets publics dans la gouvernance québécoise (Jobidon et al., 2018). Dans l'industrie de la construction, le partage d'information améliore la performance des projets et facilite l'atteinte des objectifs. Il contribue également à réduire les conflits entre les parties prenantes. Il constitue donc un élément clé pour assurer une relation contractuelle réussie (Rahman et al., 2014). Plus largement, l'industrie de la construction repose sur l'information et la connaissance. Sans partage adéquat, les organisations risquent de perdre des apprentissages précieux et de répéter les erreurs du passé (Ribeiro et al., 2007).

Cependant, ce processus est entravé par plusieurs barrières. Dans l'industrie de la construction, ces difficultés s'inscrivent notamment dans la nature fragmentée du secteur, caractérisée par la multiplicité d'acteurs issus d'organisations différentes appelés à collaborer de manière temporaire autour d'un objectif commun (Botton et Forgues, 2018).

De plus, cette fragmentation s'accompagne souvent de pratiques de collaboration inefficaces et d'une gestion inadéquate de l'information, ce qui contribue aux faibles niveaux de productivité observés dans l'industrie. La difficulté à structurer des processus de collaboration clairs et adaptés aux réalités des projets accentue les problèmes de circulation et de partage d'information entre les parties prenantes (Botton et Forgues, 2018).

Face à ces difficultés de coordination et de partage d'informations, plusieurs innovations numériques ont émergé. Parmi elles, le Building Information Modeling (BIM) s'impose comme une approche intégrée. Il permet de transformer la manière dont les informations circulent et sont interprétées dans les projets de construction (Ghaffarianhoseini et al., 2017 ; Miao et al., 2024).

Cependant, malgré la multitude de bénéfices tirés du BIM, il existe plusieurs obstacles liés à son adoption, telle que des barrières organisationnelles (Waqar et al., 2024), et des obstacles techniques (Tang et al., 2019).

La littérature scientifique reconnaît largement l'apport du BIM dans la coordination et la performance des projets de construction. Cependant, ces travaux se sont majoritairement focalisés sur des indicateurs tangibles de performance, tels que les coûts, les délais, la qualité ou la sécurité, qui constituent les indicateurs de performance ou « Key Performance Indicators » (KPI) les plus utilisés dans l'industrie (Azhar, 2011 ; Bryde et al., 2013 ; Won et Lee, 2016 ; Zou et al., 2017). Or, plusieurs recherches récentes soulignent que ces indicateurs, bien qu'indispensables, ne suffisent pas à saisir l'ensemble des effets du BIM. En effet, ces travaux mettent en évidence ses retombées immatérielles, notamment sur le partage d'information, la collaboration et la gestion des connaissances (Elalwani et Çalışkan, 2024 ; Utama et al., 2023).

Si ces constats concernent l'industrie de la construction de manière générale, ils prennent une ampleur particulière dans le contexte québécois, où le secteur de la construction publique occupe une place stratégique et où l'adoption progressive du BIM constitue un levier majeur de transformation. C'est ce contexte que nous présentons dans le chapitre suivant.

À notre connaissance, l'impact du BIM sur ces dimensions immatérielles et plus spécifiquement sur le partage d'informations et la création de connaissances conjointement au sein des équipes de projet de construction publique au Québec demeure encore peu exploré dans la littérature scientifique. C'est précisément ce vide que notre étude cherche à combler, en mettant en lumière les dimensions managériales, informationnelles et cognitives associées au BIM. La valeur ajoutée de notre recherche réside dans l'analyse des liens entre le BIM et les processus de sensemaking. Ces processus permettent de comprendre comment les acteurs interprètent et donnent sens aux informations produites. Par ailleurs, cette recherche mobilise la théorie SECI afin d'expliquer comment ces informations sont converties en connaissances nouvelles.

De ce fait, ce mémoire contribuera à la fois à la théorie, en enrichissant la compréhension du rôle du BIM dans les processus informationnels et cognitifs en contexte de projet, et à la pratique, en s'inscrivant dans la continuité de la feuille de route gouvernementale pour la transformation numérique du secteur public au Québec. En effet, cette étude soutient les orientations stratégiques visant à moderniser la gestion de l'information, à favoriser la collaboration inter-organisationnelle et à promouvoir l'innovation numérique dans la réalisation des projets de construction publics. Plus concrètement, elle propose aux professionnels des pistes pour structurer le partage d'information et soutenir la création de connaissances dans des environnements complexes, tels que ceux de la construction. En abordant l'ensemble de ces dimensions précitées, ce mémoire contribuera à combler un manque dans la littérature tout en offrant des

orientations pratiques pour renforcer la collaboration et la performance des projets de construction publics.

Pour ce faire, nous menons une étude exploratoire avec une approche qualitative qui se base sur des entretiens semi-dirigés auprès des acteurs clés des projets de construction publics, à la fois ceux ayant une expérience concrète dans l'utilisation du BIM au sein des projets, et ceux impliqués dans son déploiement et sa gouvernance. Notre paradigme est interprétativiste, ce qui nous permettra de comprendre les perceptions des parties prenantes sur l'utilisation du BIM dans le partage des informations et sur l'impact sur la création de connaissances. En outre, l'objectif de cette étude est de répondre aux questions de recherche suivantes :

- Quel est l'impact du BIM sur le partage d'informations entre les parties prenantes des projets de construction ?
- En quoi ce partage contribue-t-il à la création de connaissances au sein des équipes de projet ?

Pour mener ce projet de recherche, nous présenterons d'abord dans le **Chapitre 1** le contexte et la problématique de notre étude, en mettant en évidence l'importance de l'industrie de la construction publique au Québec, les effets de la fragmentation sur les flux informationnels de cette industrie ainsi que le recours à des outils structurants comme le BIM. Le **Chapitre 2** sera consacré à la revue de littérature et au cadre conceptuel. Nous y discuterons d'abord la fragmentation, considérée comme un défi majeur qui influence le partage d'informations dans le secteur de la construction, avant d'aborder les notions d'information et de connaissance à travers différentes approches théoriques. Nous examinerons ensuite les apports et les limites du BIM, son rôle dans le partage d'informations et dans la création de connaissances, ainsi que la théorie du *sensemaking*. Ce chapitre aboutira à l'élaboration de notre cadre conceptuel, qui articule les variables retenues pour l'analyse, et précise comment celles-ci se combinent autour de l'impact du BIM sur les flux informationnels et la transformation de ces informations en connaissances exploitables. Le **Chapitre 3** décrira la méthodologie adoptée. Étant donné le caractère peu exploré du sujet, une approche qualitative interprétative s'impose pour comprendre les perceptions et pratiques des acteurs du secteur public face au BIM. Par la suite nous détaillerons le processus de collecte et d'analyse des données, incluant le codage, l'identification des thèmes, la triangulation et les stratégies de validation. Le **Chapitre 4** présentera les résultats empiriques issus des entretiens, tandis que le **Chapitre 5** sera consacré à l'analyse et à la discussion de ces résultats, à la lumière du cadre conceptuel et des apports théoriques de la littérature. Finalement le **Chapitre 6** abordera la conclusion générale.

CHAPITRE 1

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Dans ce chapitre, nous commençons par la présentation de notre contexte d'étude et dans lequel nous exposons d'abord l'importance économique et sociale du secteur de la construction publique au Québec, puis les effets de la fragmentation organisationnelle et informationnelle. Nous montrons ensuite pourquoi les flux informationnels sont déterminants et en quoi le BIM constitue une réponse structurante, avant d'énoncer la problématique de la recherche.

1.1 L'importance de l'industrie de la construction publique au Québec

Dans cette section, nous abordons le rôle primordial que l'industrie de la construction au Québec joue dans le développement économique et social du Québec, notamment en matière de création d'emplois, de stimulation de la croissance et de modernisation des infrastructures collectives.

Dans un premier temps, au niveau du *Plan québécois des infrastructures 2025-2035*, le rôle stratégique de l'industrie de la construction au Québec s'illustre clairement. Or, le gouvernement du Québec prévoit des investissements importants qui atteignent 164 milliards de dollars sur dix ans, soit une hausse de 7,2 % par rapport au plan précédent, et cela dans l'objectif d'assurer la continuité des infrastructures publiques dans des secteurs essentiels, comme la santé, l'éducation, le transport, le logement et la culture (Gouvernement du Québec, 2025).

Historiquement, le *Plan économique du Québec 2017-2018* avait déjà mis en évidence cette importance. Par ailleurs, dans ce rapport, l'accent était mis sur le rôle des investissements publics dans la richesse et la création d'emplois. En outre, le gouvernement y annonçait alors des investissements en immobilisations de 91,1 milliards de dollars sur dix ans, afin de remplacer les infrastructures vétustes et de soutenir notamment de grands projets de transport collectif (ministère des Finances du Québec, 2017).

La richesse économique du secteur de la construction au Québec a aussi été démontrée dans *le rapport annuel de gestion 2024* de la CCQ, dans lequel a été souligné le grand nombre de nouveaux travailleurs accueillis par cette industrie en 2024 ainsi que le nombre d'heures générées la même année et qui atteint 210,8 millions d'heures travaillées. Ces activités touchent autant le secteur résidentiel que les chantiers institutionnels, commerciaux, industriels ainsi que le génie civil et la voirie. C'est ce qui montre l'attractivité et la capacité de mobilisation de l'industrie de la construction au Québec. Par ailleurs, cela met en lumière le rôle incontournable de cette industrie dans la vie quotidienne des Québécois (Commission de la construction du Québec [CCQ], 2025).

L'ensemble de ces données dévoilent le poids du secteur de la construction au Québec par le fait que ce dernier représente un outil incontournable pour la transition énergétique et la modernisation des infrastructures collectives. De plus, ce secteur est structurant pour le Québec, étant donné son rôle primordial dans le soutien de l'économie, la promotion de la création d'emplois et la réponse aux besoins sociaux fondamentaux. Cependant, bien que ce secteur détienne un rôle stratégique, ce dernier fait face

à de nombreux défis qui compliquent la réalisation des projets. À ces défis s'ajoute, la fragmentation des projets.

1.2 La fragmentation dans l'industrie de la construction publique au Québec

Au Québec, la fragmentation n'affecte pas seulement les entreprises privées de construction, mais aussi le secteur public, qui joue un rôle majeur dans la réalisation des projets d'infrastructures (Bourgault et al., 2020). La diversité des intervenants notamment les entrepreneurs, les donneurs d'ouvrage, les fournisseurs, les professionnels et les manufacturiers crée des difficultés de gestion, de communication et de coordination (Bourgault et al., 2020, p. 435-436). Cette fragmentation rend difficile la transmission de l'information et la gestion des données entre les acteurs en raison de la variété des formats d'échange, de la multiplication des documents et de la complexité réglementaire (Bourgault et al., 2020, p. 438). Dans un contexte où la communication rapide et précise des informations techniques est essentielle, cette fragmentation accroît les risques d'erreurs, de retards et de surcoûts.

Le gouvernement du Québec reconnaît d'ailleurs explicitement cette problématique dans la *Feuille de route gouvernementale* pour le BIM 2021–2026 (mise à jour), où la fragmentation est identifiée comme l'un des principaux freins à la performance et à la modernisation du secteur. Le document souligne que la coexistence de pratiques irrégulières et la dispersion des responsabilités rendent la gestion de l'information difficile tout au long du cycle de vie des projets (Gouvernement du Québec, 2024). Cette organisation en silos provoque une duplication des tâches, une faible interopérabilité et une perte d'efficacité, tout en limitant la capacité d'innovation et de partage des meilleures pratiques (Gouvernement du Québec, 2024). En réponse à cette situation, cette *Feuille de route* propose l'adoption du BIM comme levier d'intégration et de collaboration, qui vise à harmoniser les processus, à standardiser les échanges d'information et à instaurer une culture de travail plus coopérative entre les parties prenantes (Gouvernement du Québec, 2024, p. 28). Cette reconnaissance institutionnelle confirme le caractère systémique de la fragmentation au Québec et la nécessité d'une transformation structurelle pour améliorer la cohérence, la transparence et la performance de l'industrie de la construction.

L'ensemble de ces constats peut être synthétisé dans le schéma 1.1, qui illustre les principales causes, conséquences et pistes d'amélioration liées à la fragmentation dans l'industrie de la construction publique au Québec. Ces constats, observés dans le contexte québécois, s'inscrivent dans une problématique plus large décrite dans la littérature scientifique (chapitre 2), où la fragmentation est identifiée comme l'un des principaux obstacles au partage d'information et à la performance collective du secteur.

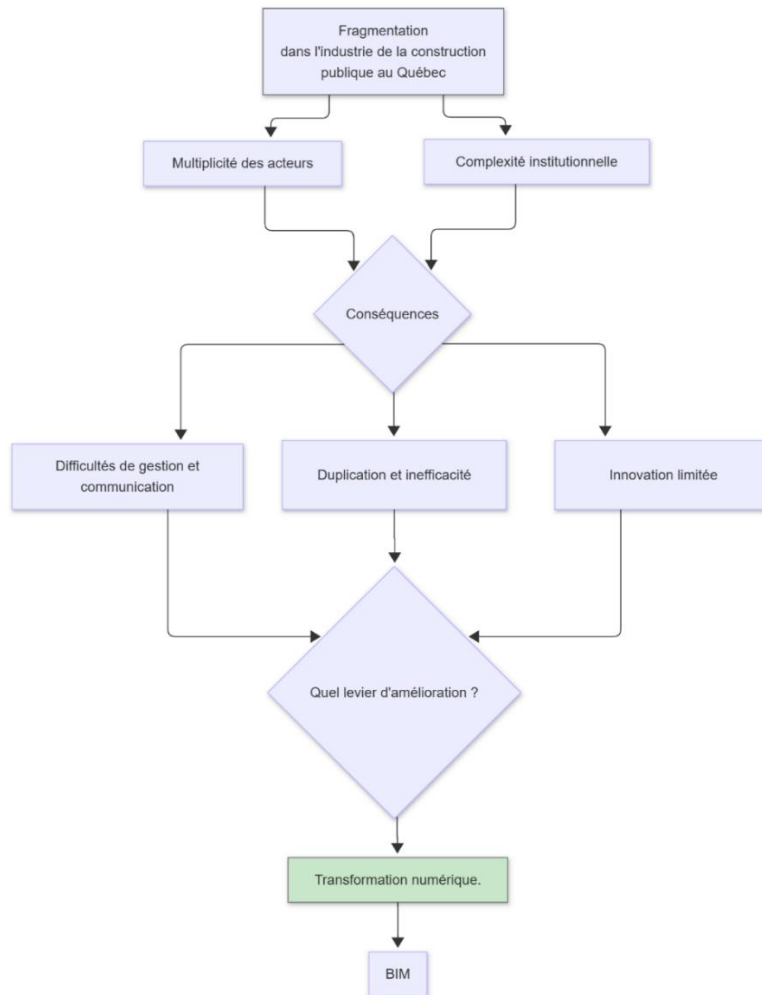


Figure 1.1 Analyse de la fragmentation de l'industrie de la construction publique au Québec. Élaboration personnelle inspirée de Bourgault et al. (2020) et Gouvernement du Québec, (2024)

1.3 L'émergence des solutions numériques : BIM

Plusieurs travaux ont montré que la fragmentation engendre des difficultés majeures de coordination, en particulier à travers la circulation d'informations non standardisées (Fulford et Standing, 2014) et des pertes ou ruptures d'information dues à des pratiques de communication peu structurées (Perera et al., 2022). Or, les flux informationnels sont primordiaux pour la performance organisationnelle (Abhulimen, 2024 ; Rahman et al., 2014), d'où la nécessité de recourir à des outils structurants, tels que le BIM afin d'assurer la continuité et la fiabilité des échanges d'information (Bourgault et al., 2020).

Dans ce sens, Bourgault et al. (2020) mettent l'accent sur la transformation numérique et ils la considèrent comme une solution qui vise à améliorer la fluidité de ces flux informationnels. De même, un accès plus rapide et plus large à l'information, grâce à des outils comme le BIM, permet de limiter les effets négatifs

de la fragmentation et d'améliorer la coordination entre les différents acteurs de la chaîne de valeur (Bourgault et al., 2020, p. 437-438).

Au Québec, l'adoption du BIM s'effectue progressivement depuis 2021 pour les projets d'infrastructure publique, dont le nombre de projets réalisés avec le BIM est passé de 77 en 2021 à 194 en 2024, avec une cible d'environ 300 projets en 2026 dans l'objectif d'améliorer l'efficacité, de réduire les erreurs et d'assurer une meilleure collaboration entre les acteurs de la construction publique (Gouvernement du Québec, 2024, Institut du Québec, 2025). Le gouvernement a en effet mis en place une *feuille de route* pour le BIM 2021-2026 (actualisée en 2024), ce qui confirme l'engagement de l'État dans l'adoption de cet outil, puisque cette méthode de travail collaboratif repose sur l'utilisation d'un modèle 3D intelligent qui intègre toutes les informations du projet, assure la continuité de celles-ci durant tout son cycle de vie, de la phase de conception à celle de l'exploitation, et favorise une meilleure collaboration entre les différentes parties prenantes (Gouvernement du Québec, 2024 ; Institut du Québec, 2025). De même, l'organisme souligne que cette technologie joue un rôle important dans l'amélioration de la qualité des ouvrages et la réduction des inefficacités (Institut du Québec, 2025).

En outre, au Québec, plusieurs rapports institutionnels présentent le BIM non seulement comme un outil technique, mais également comme une technologie organisationnelle et stratégique (Gouvernement du Québec, 2024). Ces documents l'identifient comme une réponse envisagée aux enjeux de productivité et de gouvernance des projets publics, en mettant en avant son potentiel d'amélioration de la gestion de l'information, de réduction des inefficacités et de transformation des pratiques dans le secteur québécois de la construction (Gouvernement du Québec, 2024).

Dans certains pays, des cadres d'adoption ont été mis en place. L'Institut du Québec (2025) indique que l'utilisation du BIM de niveau 2 a été imposé depuis 2016 pour tous les projets publics au Royaume-Uni, ce qui a permis d'obtenir des résultats considérables en termes d'optimisation des coûts, des délais et l'efficacité globale, notamment dans le cadre du projet *Crossrail* à Londres. Ces éléments sont souvent mobilisés pour illustrer l'usage du BIM dans la gestion de projets publics. (Institut du Québec, 2025).

Cette évolution est résumée dans la figure 1.2 qui retrace les principales étapes d'adoption et de structuration du BIM au Québec entre 2011 et 2026.

En somme, le BIM est fréquemment décrit comme une innovation technologique et organisationnelle, mais son impact effectif sur les pratiques demeure néanmoins dépendant des contextes d'adoption, ce que ce travail propose d'examiner.

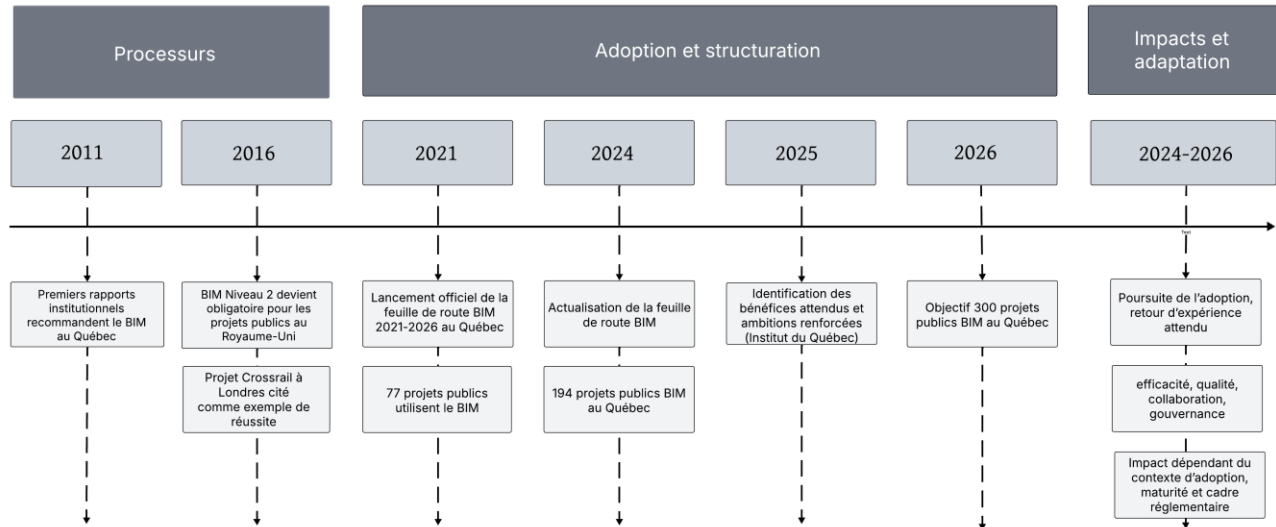


Figure 1.2 Chronologie de l'émergence et de l'adoption du BIM. Élaboration personnelle inspirée de Gouvernement du Québec (2024) et Institut du Québec (2025).

1.4 Problématique

Comme nous l'avons mentionné, le domaine de la construction publique au Québec est essentiel pour l'essor économique et social du Québec (CCQ, 2025 ; Gouvernement du Québec, 2025). Bien que le domaine de la construction publique au Québec soit stratégique et qu'il soit investi, les projets demeurent très fragmentés sur les plans organisationnel, contractuel et informationnel. Cette fragmentation se présente comme un obstacle qui affecte négativement la coordination des acteurs, la fluidité des flux d'information et à la capacité des organisations à tirer parti des leçons d'un projet à l'autre.

Dans ce contexte, le BIM est promu par les institutions publiques comme une réponse structurante à ces enjeux, étant donné qu'il est reconnu comme un outil et une méthode de travail collaboratif, censés faciliter l'intégration des acteurs, la circulation de l'information et la production de connaissances collectives. Par ailleurs, cette représentation, largement diffusée dans les discours institutionnels et managériaux, repose toutefois sur l'hypothèse implicite qu'un outil numérique intégré entraînerait automatiquement une amélioration du partage d'information et de l'apprentissage organisationnel.

Or, la littérature scientifique montre que les gains du BIM ne sont pas automatiques. Si certaines études mettent en avant son potentiel en matière de coordination et de performance, d'autres mettent en évidence des résultats contrastés voire contradictoires, fortement dépendants des contextes organisationnels, des modes de gouvernance et des jeux d'acteurs. Ainsi, malgré un discours institutionnel qui favorise l'intégration et la collaboration, le BIM n'assure pas à lui seul le partage de l'information et la création de connaissances dans les équipes de projet.

La problématique de ce mémoire se situe dans cette tension. Elle repose sur un paradoxe : le BIM est présenté comme un outil d'intégration dans un secteur fragmenté. Pourtant, ses effets sur le partage d'information et la création de connaissances restent variables. Ils dépendent fortement des conditions organisationnelles et cognitives de sa mise en œuvre.

Dans le contexte spécifique de la construction publique au Québec, où l'adoption du BIM est encouragée par des politiques publiques et des cadres normatifs, à notre connaissance, peu de recherches ont analysé de manière approfondie la façon dont cet outil transforme concrètement les flux informationnels et les processus de création de connaissances. Donc, ce manque de connaissances empêche de saisir pleinement le rôle du BIM comme dispositif sociotechnique et cognitif, au-delà de ses dimensions purement techniques.

Dès lors, ce mémoire vise à analyser comment, et sous quelles conditions, le BIM influence le partage d'informations et la création de connaissances au sein des projets de construction publics au Québec, en mettant en lumière les mécanismes organisationnels et cognitifs qui conditionnent ces effets.

Enfin, la revue de littérature qui suit a donc pour objectif de situer notre recherche dans ce cadre théorique et d'identifier les limites des études antérieures, afin de préciser l'originalité et la pertinence de notre démarche.

CHAPITRE 2

REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE CONCEPTUEL

Dans ce chapitre, nous présentons la revue de littérature qui vise à établir les fondements conceptuels et théoriques nécessaires à la compréhension du rôle du BIM dans le partage d'informations et la création de connaissances au sein des projets de construction. Plus précisément, ce chapitre a pour objectif d'examiner les facteurs structurels et organisationnels qui influencent la circulation de l'information, d'identifier les mécanismes théoriques relatifs au partage et à la création de connaissances et, enfin, de situer le BIM comme dispositif sociotechnique susceptible de transformer ces dynamiques dans un contexte historiquement marqué par la fragmentation.

Nous organisons ce chapitre autour de quatre axes principaux qui constituent une progression conceptuelle. Le premier axe analyse l'enjeu de la fragmentation du secteur de la construction, en mettant en lumière ses causes, ses manifestations et ses impacts sur la performance, la collaboration et le partage d'information. Le deuxième axe présente les fondements théoriques de l'information et de la connaissance, leurs définitions, leurs formes, leurs processus de transformation ainsi que les principaux modèles mobilisés dans la littérature actuelle. Le troisième axe est consacré au BIM notamment, les principes, les dimensions et les niveaux de maturité de cet outil, tout en discutant les bénéfices et les limites de son adoption, et en mettant l'accent sur sa contribution au partage d'information et à la création de connaissances, notamment à travers la réflexion de la théorie du *sensemaking*.

Enfin, la dernière partie propose le cadre conceptuel de recherche. Celui-ci articule les notions de fragmentation, de partage d'information, de BIM et de création de connaissances, afin de formaliser les relations théoriques au cœur de notre questionnement et de situer l'apport potentiel du BIM comme mécanisme de réduction des effets de la fragmentation, en facilitant la circulation de l'information et l'apprentissage collectif.

2.1 La fragmentation comme enjeu du secteur de la construction

Après avoir abordé la fragmentation dans le contexte québécois, dans cette section, nous analysons cet enjeu qui est identifié par la littérature comme l'un des défis les plus structurants et persistants du secteur de la construction. Selon Riazi et al. (2020), les faibles performances de l'industrie, telles que les retards, les dépassements de coûts, les conflits ou encore la faible productivité, sont étroitement liées à la nature fragmentée des pratiques professionnelles. En effet, la construction repose encore largement sur des approches traditionnelles où les activités sont menées de manière séquentielle et cloisonnée, avec peu d'interfaces entre concepteurs, entrepreneurs et autres acteurs du projet.

De manière particulièrement significative, Riazi et al. (2020) ont classé quarante-six (46) facteurs de fragmentation issus de vingt-sept (27) études antérieures, confirmant ainsi l'ampleur et la complexité du phénomène à l'échelle internationale. Ces facteurs couvrent un large éventail d'aspects organisationnels, contractuels, communicationnels et culturels qui affectent directement la coordination et la performance des projets.

C'est dans cette optique que notre étude a choisi de se concentrer spécifiquement sur la problématique de la fragmentation, considérant qu'elle représente non seulement une cause majeure des dysfonctionnements du secteur, mais aussi un levier central pour comprendre et améliorer la performance globale de l'industrie de la construction. Ainsi, l'intention de souligner cette problématique est donc d'examiner ses causes, formes et ses manifestations, puis d'évaluer son impact sur l'efficacité et le partage d'informations, dans le but de mieux saisir le rôle que des instruments numériques, comme le BIM, peuvent avoir face à ce défi.

2.1.1 Les causes, les formes et les manifestations de la fragmentation dans le secteur de la construction

La fragmentation du secteur de la construction s'explique à la fois par les méthodes traditionnelles d'exécution séquentielle, jugées inefficaces, et par la multiplicité d'acteurs temporaires issus de disciplines variées, ce qui engendre des séparations informationnelles et une perte de continuité dans la gestion des données (Fulford et Standing, 2014 ; Perera et al., 2022 ; Riazi et al., 2020). D'autre part, la séparation entre les phases de conception et de construction telle qu'illustrée par le modèle classique *design-bid-build* (DBB) peut contribuer à la fragmentation, en complexifiant la collaboration entre architectes, ingénieurs et entrepreneurs (Mohd Nawi et al., 2014).

De manière complémentaire, Mehran et al. (2022) mentionnent que la fragmentation dans la construction se manifeste également par une séparation entre les différentes phases du cycle de vie des actifs ainsi qu'entre les organisations impliquées.

Le manque de communication et de coordination au sein de la chaîne d'approvisionnement, notamment entre les sous-traitants et les architectes, accentue les difficultés de gestion de projet, car les interactions limitées entraînent des décisions précipitées et la diffusion d'erreurs de conception (Mohd Nawi et al., 2014). Dans la même lignée, Basheer et al. (2024) soulignent que la forte fragmentation de la chaîne d'approvisionnement limite le partage d'information, crée des cloisonnements et complique la prise de décision, tandis que Maheshwari et al. (2025) montrent que cette fragmentation provoque des incohérences et des reprises de travaux dues à une circulation insuffisante de l'information sans toutefois évoquer explicitement des tâches en double. Dans ce contexte, comme le rappellent Jiang et al. (2021), lorsque certains intervenants quittent un projet, les informations qu'ils détiennent risquent de disparaître, compromettant la mémoire collective, l'apprentissage organisationnel et la performance globale du projet.

Nous constatons que la fragmentation se manifeste ici principalement comme un problème de circulation de l'information, car elle ne relève pas uniquement d'un dysfonctionnement organisationnel, mais limite également l'utilisation efficace des ressources et des connaissances. Cette situation freine les initiatives d'innovation et de digitalisation, puisque les silos organisationnels réduisent le partage des données essentielles.

De même, dans le cadre des projets de préfabrication et de construction modulaire intégrée, Jiang et al. (2021) dénoncent la fragmentation comme un phénomène d'« îlots d'information », c'est-à-dire une discontinuité et une fragmentation de l'information dans les projets où chaque acteur, notamment le client, le transporteur ou l'entrepreneur utilise souvent ses propres systèmes d'information propriétaires et centralisés et rencontre des difficultés à partager les données de manière efficace, ce qui se répercute négativement sur le niveau de transparence, engendre des retards et même une inaptitude à assurer la traçabilité des décisions et des matériaux.

Dans cette continuité de perspective, Wang et al. (2020), partagent la même observation que Jiang et al. (2021) et soulignent ainsi que la fragmentation des chaînes logistiques en préfabrication découle du manque d'information en temps réel ainsi que d'une mauvaise coordination. De même, plus largement, nous constatons, à partir des éléments présentés par Jiang et al. (2021) et Wang et al. (2020), que cette fragmentation peut également favoriser une forme de déresponsabilisation collective dans la gestion de

l'information, puisque les acteurs de la chaîne logistique ne disposent pas d'une information commune, en temps réel et bien coordonnée.

Toutes ces analyses montrent que la fragmentation est validée par les modes de travail dominants et qu'elle n'est pas accidentelle. En d'autres termes, le *leadership* et la communication sont deux leviers essentiels, dont l'absence ne provoque pas seulement des inefficacités, mais participe à créer une culture de projets en silos difficile à faire évoluer sans une transformation des pratiques de management.

La figure 2.1 qui suit illustre de manière synthétique ces causes, manifestations et conséquences telles qu'identifiées dans la littérature scientifique.

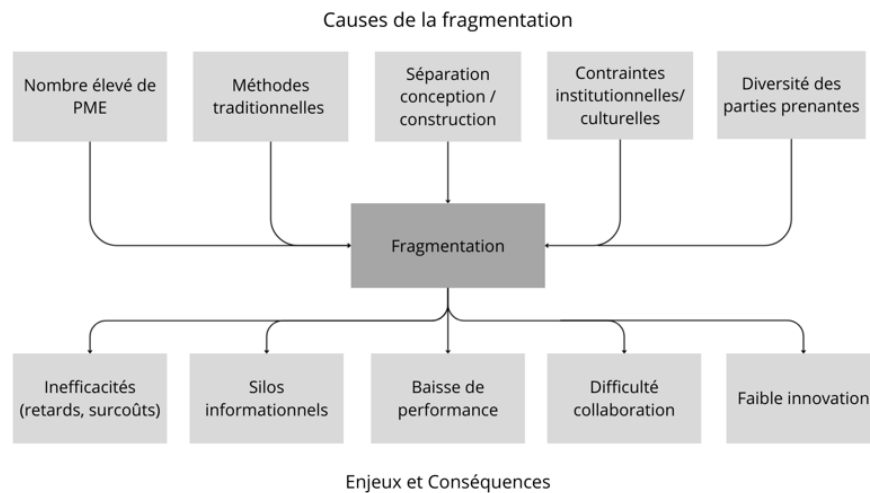


Figure 2.1 La fragmentation dans l'industrie de la construction : causes et conséquences. Élaboration personnelle à partir de Fulford et Standing (2014 ; Mehran et al. (2022) ; Mohd Nawi et al. (2014) ; Perera et al. (2022) ; Riazi et al. (2020).

2.1.2 Les répercussions de la fragmentation sur la performance et la collaboration

Les recherches récentes confirment que la fragmentation génère de multiples méfaits, à la fois organisationnelles, managériales et informationnelles. En particulier, elle influence directement la performance des projets de construction.

Parmi ces recherches, nous citons premièrement l'étude de Lee et al. (2021), qui soulignent que la fragmentation du secteur, marquée notamment par la dispersion géographique des participants, engendre des incohérences et des retards dans la communication des données, ce qui compromet la fiabilité des informations partagées entre les acteurs du projet.

De leur côté, Norell et Stehn (2024) s'intéressent aux conséquences de la fragmentation sur les architectes. Ils soulignent que cette dynamique oblige ces acteurs à un processus d'adaptation permanent pour préserver leur identité professionnelle. Ce mécanisme d'ajustement contribue paradoxalement à une « fragmentation continue » de leur rôle, ce qui affaiblit leur capacité de coordination et réduit leurs opportunités d'innovation. Nous constatons donc que la fragmentation n'affecte pas seulement les projets, mais également les professions et les dynamiques identitaires au sein du secteur (Norell et Stehn, 2024).

En résumé, la fragmentation agit comme un frein systémique à la performance informationnelle et organisationnelle. Elle entrave la circulation des données, la coordination des acteurs et la capitalisation des connaissances, ce qui justifie la recherche d'outils numériques intégrées comme le BIM pour améliorer la continuité et la collaboration dans les projets de construction.

2.1.3 La fragmentation comme obstacle au partage d'informations et de connaissances

Après avoir abordé les problèmes causés par la fragmentation à différents niveaux (coût, délai, relations client, collaboration...), cette section s'intéresse plus précisément à son impact sur le partage d'informations et de connaissances.

Dans cette même perspective, Almeida et Soares (2014) soulignent que la fragmentation peut également affecter les relations entre les individus. Les équipes projet, souvent constituées de membres temporaires, se dissolvent après la fin du projet, ce qui empêche le transfert naturel des connaissances vers d'autres équipes (Almeida et Soares, 2014).

En outre, l'absence de processus formalisés qui permet de capitaliser les connaissances et l'expertise acquise par une équipe ou un individu fait en sorte que celles-ci demeurent cloisonnées au sein des équipes temporaires. Par conséquent, l'accès à cette expertise devient difficile pour les autres membres de l'organisation. Les équipes doivent alors souvent repartir de zéro, ce qui les oblige à reproduire des efforts déjà réalisés et limite l'apprentissage organisationnel (Almeida et Soares, 2014).

Par ailleurs, Naoum et Egbu (2015) rappellent que plusieurs difficultés structurelles du secteur, telles que la séparation entre conception et construction ou le manque d'intégration entre les acteurs, contribuent aux obstacles liés au partage d'informations et de connaissances. Ils soulignent également que des thématiques comme la constructibilité, la chaîne d'approvisionnement, l'innovation ou encore le BIM sont désormais centrales dans la recherche sur les méthodes de passation, puisqu'elles visent à améliorer la coordination et la performance des projets. À cela s'ajoute l'étude de Hong et al. (2024), dans laquelle les

auteurs rappellent que le secteur de la construction demeure fortement fragmenté, ce qui pose des défis importants en matière de communication et de coordination entre les multiples acteurs impliqués. Leur étude montre aussi que cette fragmentation, combinée à la nature interrompue des activités de construction, engendre un manque de continuité, car les services ou solutions développés pour un chantier sont rarement recyclés ou réutilisés dans les projets suivants.

Globalement, la littérature identifie la fragmentation comme un problème structurel de l'industrie de la construction, en soulignant ses origines organisationnelles, contractuelles et informationnelles. Mais ces études traitent surtout de la fragmentation sous un angle technique ou procédural, alors que les dimensions cognitives et interprétatives du partage d'information, c'est-à-dire la façon dont les acteurs élaborent ensemble le sens des informations partagées, sont peu étudiées. Ce vide laisse un champ d'investigation que ce mémoire se propose d'explorer.

2.2 Fondements théoriques de l'information et de la connaissance

Cette section vise à explorer les bases conceptuelles et théoriques de l'information et de la connaissance en examinant leur hiérarchie, leurs définitions et leurs interrelations.

Dans ce mémoire, nous distinguons trois notions centrales. L'information est entendue comme des données interprétées et contextualisées. La connaissance correspond à une information assimilée et mobilisable dans l'action. Les flux informationnels renvoient à la circulation de ces informations entre les acteurs au sein des projets. Ces notions sont complémentaires mais relèvent de niveaux analytiques distincts, ce qui permet de structurer l'analyse du rôle du BIM dans les dynamiques informationnelles et cognitives.

Nous commencerons par présenter la distinction entre données, information, connaissance et expertise, afin de clarifier les fondements de la hiérarchie cognitive. Ensuite, nous analyserons les principales approches et définitions de l'information, en soulignant sa nature complexe, multidimensionnelle et évolutive, ainsi que son rôle dans le processus de transformation des données en savoir. Nous aborderons ensuite les perspectives théoriques relatives au partage d'informations et aux flux informationnels, en montrant comment ces derniers constituent des indicateurs essentiels de performance et de collaboration au sein des organisations. Par la suite, nous distinguerons les deux grandes formes de connaissances notamment tacites et explicites et leur complémentarité dans le cadre de l'apprentissage organisationnel.

Enfin, nous examinerons les processus de création de connaissances, en mobilisant les principaux modèles théoriques, notamment le modèle SECI de Nonaka et Takeuchi (1995), pour comprendre comment l'interaction entre les connaissances tacites et explicites contribue à la production et à la diffusion du savoir collectif.

2.2.1 Hiérarchie et conceptualisation de l'information et de la connaissance

Avant d'aborder les différentes dimensions de l'information et de la connaissance, il convient d'examiner la hiérarchie qui structure ces notions à travers les différents niveaux de la pyramide (figure 2.2), à savoir les données, l'information, la connaissance et l'expertise. Cette hiérarchie ne se limite pas à une simple distinction conceptuelle, mais renvoie à un processus de transformation progressive, au sein duquel chaque niveau se définit par des caractéristiques spécifiques et un degré croissant de valeur cognitive. La figure 2.2 s'inspire de la représentation proposée par Bender et Fish (2000), elle-même fondée sur des travaux antérieurs relatifs à la hiérarchie des données, de l'information et de la connaissance, et elle a été adaptée pour les besoins de cette étude.

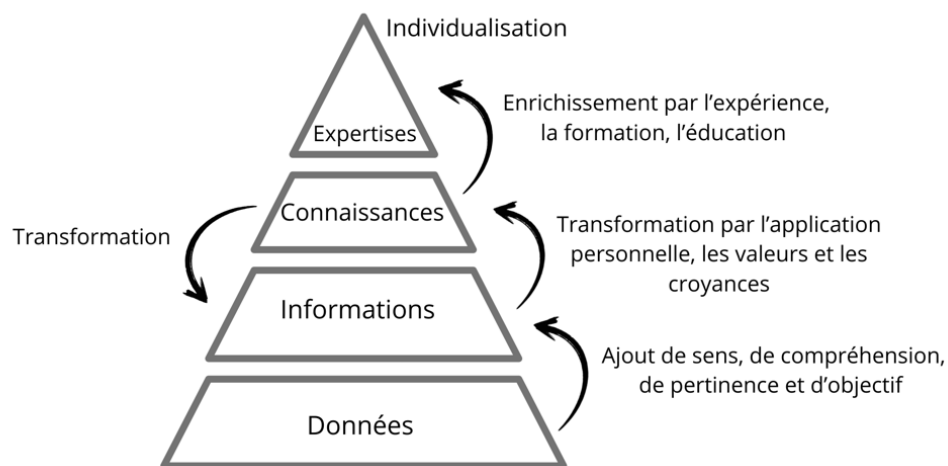


Figure 2.2 La hiérarchie de la connaissance, tirée et adaptée de Bender et Fish (2000, p. 126)

- La donnée : Selon Roberts (2000), les données sont un ensemble de mesure, de faits ou de séries d'observations qui viennent sous forme de nombres, de sons, d'image ou de mots. Ainsi, il a été souligné par l'auteur qu'on ne peut pas donner des significations propres aux données, mais elles peuvent servir de matière première pour produire de l'information lorsqu'elles sont organisées dans un modèle significatif (Roberts, 2000).

- L'information : D'après Guyot (2012), quand on parle de l'information, on parle de la transformation de plusieurs données en contenu significatif qui prend sens quand on l'interprète. Aussi, cet élément peut servir à alimenter les processus de prise de décisions dans les organisations. L'information, selon cet auteur, est utilisée pour structurer les échanges, stabiliser les relations, et améliorer l'efficacité au sein des systèmes organisationnels (Guyot, 2012).

Dans une perspective complémentaire, Madden (2000) définit l'information comme « Un stimulus provenant d'un système qui affecte l'interprétation par un autre système, soit de la relation entre ces deux systèmes, soit de la relation qu'ils partagent avec un environnement donné » [traduction libre] (2000, p.348). Cette définition met en évidence le rôle central de l'interprétation dans la construction du sens. Ainsi, l'information dépend du contexte de l'auteur, du lecteur et du message lui-même, ce qui souligne son caractère intrinsèquement contextuel.

En outre, Madden (2000) évoque dans son article les recherches de McCreadie et Rice (1999), qui explique que l'information peut également être appréhendée selon plusieurs approches : comme donnée issue de l'environnement, comme représentation du savoir, comme processus de communication ou encore comme ressource ou marchandise (Madden, 2000). D'autres auteurs, comme Machlup (1983, cité dans Klimešová, 2009), estiment que « l'information est un flux de messages de significations qui pourraient s'ajouter à la restructuration des connaissances en matière de changement » [traduction libre] (2009, p. 255). De même, dans son article publié en 2009, Klimešová expose la vision de Dretske (1981), qui affirme que « l'information est une ressource capable de produire de la connaissance, et l'information qu'un signal transporte correspond à ce que nous pouvons en apprendre. » [Traduction libre] (2009, p. 255).

Dans cette optique, Schmitt (2022) souligne que l'information est un élément de connaissance matérialisable permettant de réduire l'incertitude et de modifier la perception de l'environnement, en insistant sur sa dimension humaine et contextuelle.

Au-delà de ces définitions, l'information peut être comprise comme un processus de transformation (Klimešová, 2009), (figure 2.3). En effet, elle ne constitue pas une entité statique, mais un élément intermédiaire dans la hiérarchie cognitive. C'est à travers son traitement, son interprétation et sa contextualisation que les données acquièrent un sens et deviennent une connaissance exploitable. Ainsi, l'information agit comme un vecteur fondamental reliant les données brutes à la connaissance structurée, contribuant à la prise de décision, à l'apprentissage et à l'innovation (Klimešová, 2009).

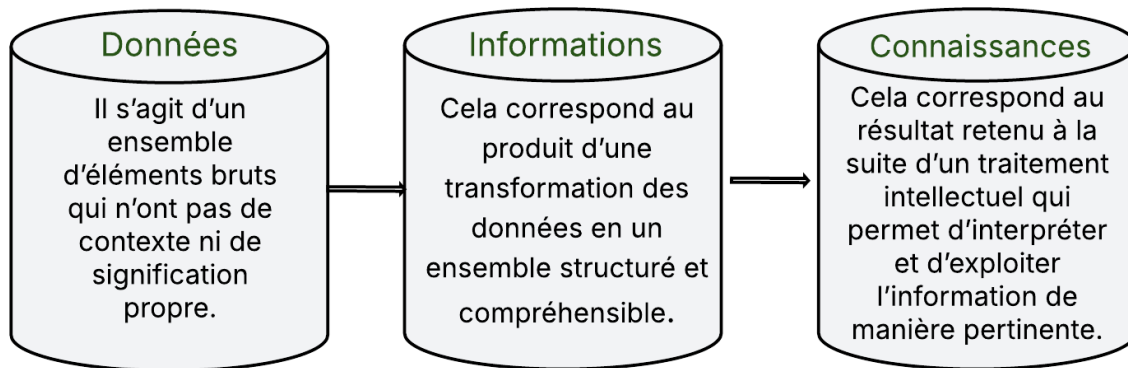


Figure 2.3 : Distinction entre données, informations et connaissances inspiré de Klimešová (2009)

- La connaissance : Elle est définie comme étant une information qu'on peut exploiter, et qui permet d'agir de manière efficace et d'améliorer les prises de décisions tout en augmentant la capacité à prévoir les résultats futurs (Jashapara, 2004).

Dans le cadre de l'apprentissage organisationnel, la connaissance se divise en deux formes principales (tableau 2.1), tacite et explicite. Les connaissances tacites reposent sur l'expérience personnelle, les jugements intuitifs et le savoir-faire, et sont difficilement formalisables. Elles se transmettent principalement par l'expérience directe, l'observation et l'interaction (Choo, 2001 ; Polanyi, 1967, cité par Jashapara, 2004).

À l'inverse, les connaissances explicites sont formalisées, codifiées et exprimées à l'aide de supports tels que les documents, les procédures ou les bases de données, ce qui facilite leur partage et leur diffusion au sein de l'organisation (Choo, 2001).

Nonaka (1994, cité dans Alavi et Leidner, 2001) souligne que les connaissances tacites sont profondément ancrées dans l'expérience individuelle et contextuelle, incluant des éléments cognitifs et techniques, ce qui les rend difficiles à formaliser et à transférer. À l'inverse, les connaissances explicites sont accessibles et facilement communicables grâce à leur nature structurée.

Malgré ces différences, ces deux formes de connaissances sont complémentaires et essentielles à l'apprentissage organisationnel. Les connaissances explicites facilitent la diffusion du savoir, tandis que les connaissances tacites favorisent l'innovation, l'adaptation et la compréhension approfondie. Leur

interaction constitue ainsi un levier fondamental de création et de mobilisation des connaissances au sein des organisations (Choo, 2001).

Tableau 2.1 Distinction entre les connaissances tacites et explicites. Synthèse de l'auteur d'après, Alavi et Leidner (2001) ; Choo (2001) ; Nonaka (1994)

Éléments de distinction	Connaissances tacites	Connaissances explicites
Nature	Basées sur l'expérience personnelle, les jugements intuitifs et le savoir-faire individuel.	Formelles, codifiées et tangibles.
Expression	Difficiles à verbaliser ou à formaliser, implicites.	Faciles à exprimer, écrites ou codifiées.
Transmission	Par l'expérience directe, l'observation, la pratique et l'interaction sociale.	Par des documents, manuels, procédures, bases de données ou formations.
Support	Enracinées dans l'expérience individuelle et influencées par les croyances et valeurs personnelles	Reposent sur des supports matériels, structurés et standardisés.
Accessibilité	Limitée, contextuelle et propre à l'individu.	Large, accessible et transférable au sein de l'organisation.
Rôle dans l'apprentissage organisationnel	Favorisent la créativité, l'innovation et l'adaptation.	Favorisent la diffusion du savoir et la standardisation des pratiques.

- L'expertise : Il s'agit d'une forme de connaissances approfondies que l'on peut acquérir grâce à une combinaison d'éducation, de formation et de nombreuses années de pratique dans un domaine particulier (Bender et Fish, 2000).

2.2.2 Partage d'information : perspectives théoriques

Dans ce mémoire, le partage d'information est considéré comme le processus par lequel les informations sont échangées entre les acteurs, tandis que les flux informationnels désignent la circulation observable et mesurable de ces informations au sein des projets.

Après avoir examiné les différentes définitions de l'information, il convient d'analyser le partage d'information en tant que mécanisme fondamental de communication. En effet, ce processus permet la mise en circulation des informations et constitue ainsi la base des flux informationnels au sein des organisations.

Selon Savolainen (2017), le partage d'information peut être appréhendé selon deux perspectives principales. D'une part, la perspective de transmission considère le partage comme une communication unidirectionnelle, dans laquelle l'information est diffusée d'un émetteur vers un récepteur sans interaction directe. Cette diffusion peut prendre différentes formes, telles que l'envoi de courriels, la mise à disposition de documents ou la publication de contenus sur des plateformes numériques. D'autre part, la perspective rituelle envisage le partage comme un processus bidirectionnel fondé sur l'interaction, favorisant la construction d'une compréhension commune à travers le dialogue et l'échange d'expériences (Savolainen, 2017).

Par ailleurs, Wilson (2010) met en évidence plusieurs facteurs influençant le partage d'information. La confiance joue un rôle déterminant, les individus étant plus enclins à partager des informations lorsqu'ils jugent leur interlocuteur fiable, tandis que le risque, notamment lié à la sensibilité des informations, peut freiner cet échange. Le bénéfice perçu agit également comme un levier incitant les acteurs à s'engager dans le partage, tout comme la proximité organisationnelle, qui facilite la circulation de l'information lorsqu'elle est réduite (Wilson 2010). Dans cette perspective, d'autres travaux montrent que le partage d'information dépend également de facteurs individuels, organisationnels et technologiques. Ainsi, la motivation intrinsèque, telle que le plaisir d'aider autrui, et la motivation extrinsèque, comme les récompenses ou la reconnaissance, favorisent le partage, tandis que des freins tels que le manque de temps, le manque de confiance ou la peur liée au partage peuvent limiter cet engagement (Razmerita et al., 2016). Par ailleurs, le rôle de l'organisation apparaît central : le soutien du management, l'encouragement au partage ainsi que l'existence de systèmes de récompense renforcent ces pratiques (Razmerita et al., 2016), de même qu'une culture organisationnelle fondée sur la confiance, la communication et des systèmes d'information adaptés (Al-Alawi et al., 2007). En outre, une structure organisationnelle facilitant la circulation de l'information et la collaboration contribue à améliorer le partage, tandis que des facteurs technologiques tels que la facilité d'utilisation des outils, la formation ou encore la surcharge d'information peuvent influencer positivement ou négativement ce processus (Al-Alawi et al., 2007 ; Razmerita et al., 2016). Le partage d'information peut ainsi prendre différentes formes, notamment un partage volontaire, motivé par un intérêt perçu, ou un partage négocié nécessitant une clarification préalable des conditions d'échange (Wilson, 2010).

2.2.3 Flux informationnels comme indicateurs de performance

Dans la continuité de ces constats, nous aborderons dans cette partie l'importance des flux informationnels en tant que facteur qui permet de déterminer la performance et la collaboration. Ces faits découlent de plusieurs études menées par différents chercheurs. Parmi ceux-ci, Rahman et al. (2014) qui identifient le partage d'information comme l'un des six facteurs clés qui permettent de favoriser la collaboration entre entrepreneurs et sous-traitants, aux côtés du travail d'équipe, de la coopération entre acteurs de même origine ethnique, de l'amélioration de la qualité et du respect des délais, de l'amélioration de la qualité du service et d'une meilleure communication.

À cela s'ajoute l'étude d'Abhulimen (2024), dans laquelle l'auteur démontre que le partage d'information constitue un élément central de la performance organisationnelle dans le secteur de la construction, car ce processus permet de diffuser des informations indispensables à la coordination et à l'efficacité des projets, qu'il s'agisse d'informations opérationnelles, stratégiques ou tacites. Ce chercheur met également en évidence l'importance d'un échange d'informations fiable, dans la mesure où celui-ci permet de réduire les incertitudes, de limiter les inefficiences qui peuvent entraîner des retards ou des surcoûts, et de renforcer la confiance entre les partenaires. De plus, il joue un rôle essentiel dans la gestion des risques et dans l'amélioration de la compétitivité, en facilitant une meilleure capacité de réaction face aux imprévus et en soutenant les dynamiques de collaboration au sein de la chaîne logistique.

Par ailleurs, Zhao (2009) met en évidence l'importance de réduire l'asymétrie de l'information, celle-ci constituant une source majeure de retards, de surcoûts et d'inefficacité au sein de la chaîne d'approvisionnement. En outre, l'auteur souligne la nécessité d'assurer une transparence et une symétrie de l'information entre les différentes parties prenantes, puisque ce partage contribue à créer de la valeur pour l'ensemble de la chaîne tout en limitant les causes de conflits. À l'inverse, l'irrégularité ou l'insuffisance des informations échangées entre les acteurs demeure un facteur propice aux conflits et aux dépassements de délais.

La question de la qualité de l'information est également examinée par Rahayu et Sulistyowati (2024). Selon ces auteurs, la qualité de l'information exerce une influence directe sur le partage d'information entre les acteurs de la chaîne d'approvisionnement, et ce partage joue un rôle de médiateur dans la relation entre la qualité des données et la performance de la chaîne d'approvisionnement. Ainsi, une information de meilleure qualité favorise un partage d'information plus efficace, ce qui, à son tour, contribue à améliorer la performance globale de la chaîne d'approvisionnement.

Ces études mettent en évidence que le partage d'information constitue un élément central qui permet de relier la qualité, la fiabilité et la transparence des flux à la performance organisationnelle. La figure 2.4 suivante illustre cette relation en synthétisant les principaux facteurs clés et résultats associés aux flux informationnels.

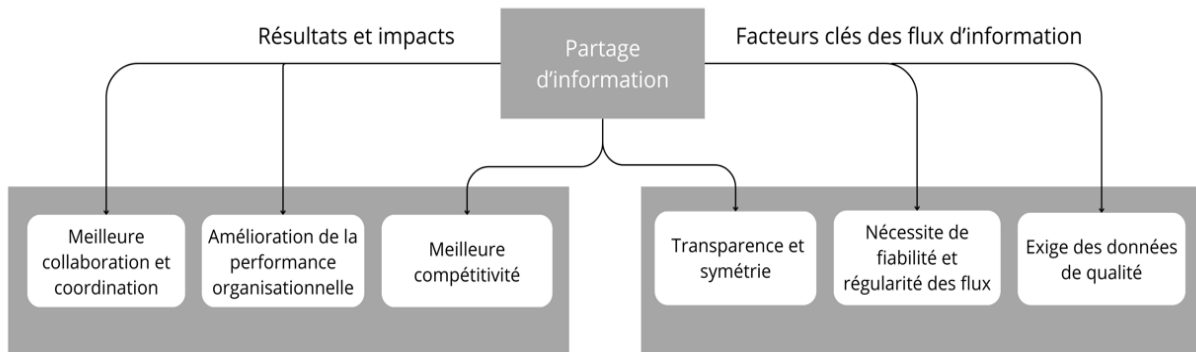


Figure 2.4 Facteurs et impacts des flux informationnels. Élaboration personnelle à partir de Abhulimen (2024) ; Rahayu et Sulistyowati (2024) ; Rahman et al. (2014) ; Zhao (2009)

Comme l'illustre la Figure 2.4, le partage d'information agit comme un levier central dans l'amélioration de la coordination, de la performance organisationnelle et de la compétitivité. Ces résultats sont conditionnés par la qualité, la fiabilité, la régularité et la transparence des flux d'information, qui en constitue les facteurs clés.

À la lumière de ces travaux, que c'est à travers les constats de Abhulimen (2024) ; Zhao (2009) ou encore Rahayu et Sulistyowati (2024), nous pouvons tirer une évidence commune qui révèle que le partage, l'asymétrie, la qualité et la fiabilité de l'information sont indissociables pour la collaboration efficace et de la création de valeur collective. Ainsi que la performance organisationnelle dans le secteur de la construction repose sur ces éléments-là.

Dans cette perspective, il apparaît pertinent de se questionner sur les dispositifs ou outils susceptibles d'appuyer cette dynamique. Sans pour autant affirmer que le BIM constitue une solution, celui-ci peut être envisagé comme un cadre d'analyse permettant d'examiner dans quelle mesure la digitalisation et la centralisation des données favorisent un partage d'informations plus fluide et transparent. Cette approche permettrait également d'étudier comment ce partage contribue à la création de connaissances et à l'amélioration de la performance collective au sein des équipes de projet.

2.2.4 Création des connaissances

Dans cette section, nous abordons le processus de création des connaissances à partir des travaux théoriques. Tout d'abord, selon Swanson (1986, cité dans Davies, 1989), l'émergence de nouvelles connaissances ne découle pas de la production de données inédites, mais plutôt de la mise en relation de connaissances déjà publiées mais qui sont restées jusqu'ici séparées dans la littérature scientifique.

En outre, Davies (1989) montre que le fait de rapprocher des documents qui sont issus de domaines parfois variés, permet d'identifier ces relations implicites et de produire des nouvelles déductions. Cela veut dire que, la nouveauté ne provient pas de la génération d'informations supplémentaires, mais surtout de la capacité à assembler des connaissances dispersées, ce qui nous permet de comprendre comment des données déjà publiées peuvent être réinterprétées afin de faire émerger des connaissances inédites.

Alors que Davies (1989) s'intéresse à la façon dont les travaux de Swanson (1986, cité dans Davies, 1989) permettent de générer de nouvelles connaissances par l'établissement de liens logiques entre des connaissances existantes, Nonaka et al. (1996) se focalisent plutôt sur la dynamique collective et organisationnelle associée à ce processus. Selon ces auteurs, la connaissance va au-delà d'une simple manipulation de l'information, elle se construit lorsque cette information acquiert une signification par le biais de l'expérience et de l'interaction entre individus.

Dans les structures organisationnelles, ce processus s'effectue de manière circulaire, c'est-à-dire que les personnes échangent, expriment, fusionnent et mettent en pratique des idées, ce qui facilite la conversion progressive de l'information en connaissance collective. De même, certaines facettes du processus peuvent être assistées par les technologies de l'information, en particulier la fusion et la distribution des connaissances explicites.

Toutefois, pour la socialisation qui repose sur le partage d'expériences directes et la diffusion de connaissances tacites, selon Nonaka et al. (1996), c'est seulement à travers l'interaction humaine directe que l'on peut véritablement saisir toute la profondeur de ces connaissances. Les technologies peuvent minimiser les distances (comme par le biais de la vidéoconférence), sans pour autant remplacer cette interaction en face à face. Par conséquent, une organisation est considérée comme « créatrice de connaissance » lorsqu'elle poursuit un apprentissage constant et met en valeur l'intelligence de ses membres (Nonaka et al., 1996).

D'après Nonaka et al. (1996), la connaissance organisationnelle découle d'une interaction dynamique entre les savoirs tacites et explicites. Les écrivains mettent en évidence que ces deux types de connaissance ne sont pas distincts, mais plutôt complémentaires et mutuellement dépendants. La connaissance tacite, ancrée dans l'expérience, l'intuition et l'action, se convertit sans cesse en connaissance explicite, qui est structurée, officialisée et transmissible. Au contraire, les individus réintègrent la connaissance explicite par le biais de l'apprentissage et de l'expérimentation, ce qui la transforme en savoir tacite.

Nous soulignons que le modèle SECI (socialisation, externalisation, combinaison, internalisation) a été premièrement établi en 1994 (Nonaka) et largement publié en 1995 (Nonaka et Takeuchi). L'article de Nonaka et al. (1996) ne présente pas un nouveau modèle de création de connaissance, mais s'attache à approfondir les recherches précédentes en démontrant la manière dont certaines conditions organisationnelles (intention, autonomie, redondance, variété) et les technologies de l'information peuvent appuyer la spirale SECI. Il s'agit donc d'un approfondissement pratique, et non d'une reformulation théorique du modèle.

Ce processus circulaire est illustré par le modèle SECI (figure 2.5), qui comporte quatre modes de conversion et expliqué selon Nonaka et al. (1996) comme suit :

- La socialisation : C'est à travers ce processus que les individus partagent leurs expériences et transmettent des connaissances tacites moyennant l'observation, l'imitation ou la pratique commune ;
- L'externalisation : Cette démarche implique la formalisation et l'expression de la connaissance tacite sous une forme explicite en utilisant des mots, des concepts, des métaphores ou des schémas ;
- La combinaison : Cela consiste à relier et à réorganiser diverses connaissances explicites afin de générer de nouvelles connaissances, souvent en utilisant des documents, des rapports ou des bases de données
- L'internalisation : Ce mécanisme consiste à transformer les connaissances explicites nouvellement créées en savoir-faire tacites à travers la mise en pratique et l'expérimentation.

Ces quatre modes sont interconnectés et forment une spirale de la connaissance, c'est-à-dire que les savoirs créés au niveau individuel sont partagés, enrichis et intégrés dans les pratiques collectives de l'organisation. Ainsi, l'interaction continue entre les connaissances tacites et explicites constitue, selon Nonaka et al. (1996), le fondement du processus d'apprentissage et d'innovation organisationnelle.

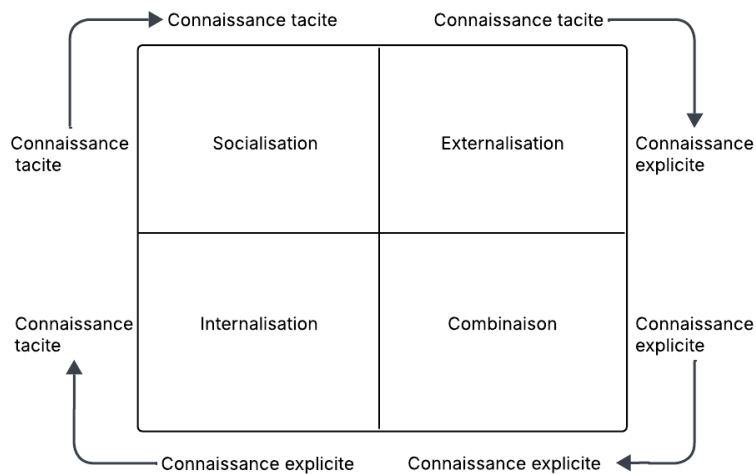


Figure 2.5 Le modèle SECI de la création de connaissances. Tiré et adapté de Nonaka et al. (1996, p.206).

Dans cette continuité de perspective, Koskinen et Breite (2020) continuent cette réflexion et soulignent que la connaissance détient une nature interrompue et progressive. Ainsi, selon ces auteurs la connaissance est considérée comme un processus dynamique qui évolue constamment donc elle n'est plus une entité qui est figée. Ce processus repose sur la distinction entre données, information et connaissance qui changent lorsqu'elles sont structurées, interprétées et dotées de sens par l'expérience humaine. Ainsi, les données deviennent information lorsqu'elles sont organisées et interprétées, et l'information devient connaissance lorsqu'elle est intégrée à l'expérience humaine et devient significative pour l'action. En se basant sur le modèle de Nonaka et Takeuchi (1995), les auteurs démontrent que la connaissance est générée par un cycle incessant de socialisation, d'externalisation, de combinaison et d'internalisation, en accord avec le modèle SECI de Nonaka et Takeuchi (1995).

Dans la même lignée, Wickramasinghe (2006) propose une vision intégrée qui articule les dimensions humaines, organisationnelles et technologiques de la création de connaissances. Selon lui, la création des connaissances est une étape essentielle dans la gestion des connaissances, car elle repose sur les personnes, les processus et les technologies, qui agissent ensemble pour transformer l'information en savoir utile.

Ainsi, une grande partie de la connaissance se construit à travers les interactions entre les personnes et l'interprétation de l'information, dans un ensemble de processus sociaux et organisationnels. Par exemple, lorsqu'une personne partage son expérience ou qu'un groupe échange sur un problème, de nouvelles idées et connaissances peuvent émerger. De même, les technologies permettent d'examiner des données

massives afin d'en extraire des connaissances qui peuvent être interprétées et utilisées par les humains (Wickramasinghe, 2006). Pour la socialisation par transmission de savoirs tacites, les auteurs insistent sur le rôle de l'interaction humaine.

En somme, Davies (1989) souligne comment de nouvelles connaissances peuvent être créées en combinant des connaissances éparpillées dans la littérature, Nonaka et al. (1996) reconnaissent que les technologies peuvent faciliter la combinaison et la diffusion des connaissances explicites dans les organisations. Cependant, pour la socialisation de savoirs tacites, ils insistent sur le rôle de l'interaction humaine dans la socialisation de savoirs tacites. Pour Koskinen et Breite (2020), la connaissance est évolutive et dynamique, elle est le résultat d'une conversion continue entre données, information et connaissance dans des systèmes en mutation. Pour sa part, Wickramasinghe (2006) mentionne que les technologies, intégrées aux processus organisationnels, supportent aujourd'hui les activités de création et de transformation des connaissances.

Ce qui a été présenté dans les travaux théoriques sur l'information et la connaissance prouvent la richesse des modèles conceptuels qui sont bien définis pour distinguer les données, l'information, la connaissance et l'expertise, et les processus de transformation qui les relient. Mais ces apports restent généraux et théoriques, et sont peu mobilisés pour étudier des contextes organisationnels très fragmentés en termes d'acteurs, de temporalités discontinues et de logiques de projet temporaires, comme c'est le cas dans le secteur de la construction.

Notamment, la littérature a tendance à envisager l'information comme un flux ou une ressource quantifiable, en négligeant les contextes sociaux, organisationnels et cognitifs qui rendent possible l'interprétation, le partage et la transformation de l'information en connaissance mobilisable. Or, dans des contextes divisés, l'information ne circule pas de façon neutre : elle est filtrée, interprétée et parfois réinterprétée différemment par les acteurs, leurs rôles, leurs intérêts et leurs référentiels.

Par ailleurs, les oppositions traditionnelles entre connaissances tacites et explicites, bien que pertinentes sur le plan théorique, à notre connaissance elles sont rarement confrontées aux réalités opérationnelles des projets de construction, où la discontinuité des équipes, la pression du temps et la multiplicité des interfaces rendent difficile la capitalisation et la réutilisation des connaissances. La littérature décrit donc comment la connaissance est produite et diffusée, mais moins comment ces processus sont bloqués ou modifiés dans des environnements très fragmentés et numérisés.

C'est à l'intersection de ces lacunes que nous situons notre étude, et ceci en essayant de relier les bases théoriques de l'information et de la connaissance à un terrain empirique et de chercher à saisir non seulement comment l'information est générée et distribuée, mais surtout comment elle est interprétée et transformée en connaissance collective dans des contextes de projet complexes.

En conclusion, cette analyse des fondements théoriques de l'information et de la connaissance met en évidence leur rôle essentiel dans les processus d'apprentissage, de partage et de création de valeur au sein des organisations. Ces dynamiques, soutenues par les technologies numériques, ouvrent la voie à de nouvelles formes de collaboration et de gestion intégrée des savoirs. Dans ce contexte, nous souhaitons examiner comment le BIM peut s'imposer comme un cadre qui permet de relier ces dimensions théoriques à une application concrète dans le secteur de la construction. La section suivante examinera ainsi le BIM comme approche intégrée de gestion de l'information et de la connaissance, en explorant ses principes, sa maturité, ses bénéfices, ses défis ainsi que son interaction avec pratique de sensemaking.

2.3 Approche intégrée du BIM et enjeux de sensemaking

Dans cette partie, nous découvrirons le BIM comme étant une approche intégrée qui va au-delà d'une simple modélisation 3D. Dans ce sens, nous aborderons les différentes définitions du BIM issues de la littérature scientifique, ses avantages, ainsi que les obstacles techniques et organisationnels liés à son adoption dans les projets de construction.

Ainsi, à la lumière des définitions et des bénéfices identifiés dans la littérature, nous élargirons notre champ d'analyse pour explorer le BIM comme espace de coordination et de co-construction de connaissances. Nous chercherons à comprendre comment cet outil favorise la création d'une compréhension commune des objectifs, des contraintes et des décisions de projet.

Cependant, la portée du BIM ne peut pas être réduite à un outil technologique, mais plutôt cette technologie doit être considérée comme étant un dispositif sociotechnique, à la fois technique, organisationnel et cognitif, qui permet de transformer la manière dont les acteurs conçoivent, partagent et interprètent l'information au sein d'un projet. Afin de donner un sens à cette interaction, nous mobiliserons la théorie du sensemaking afin d'éclairer les conditions cognitives et sociales qui rendent possibles un véritable partage d'informations et une interprétation partagée du sens dans les projets de construction complexes.

2.3.1 Histoire et Évolution du concept de BIM

L'histoire du BIM s'appuie notamment sur les travaux de Charles Eastman dans les années 1970, qui a proposé une nouvelle manière de représenter et d'organiser un bâtiment grâce à un modèle numérique (Bredella, 2019).

Les années qui suivent ont donné naissance aux outils de représentation qui intègrent non seulement la géométrie, mais également les propriétés et relations des éléments constructifs, ce qui marque la séparation progressive du BIM par rapport au simple dessin assisté par ordinateur (*Computer-Aided Design*, CAD), qui est considéré comme insuffisant pour transmettre des informations au-delà de la géométrie (Borkowski, 2023).

L'un des éléments majeurs qui ont marqué l'histoire du BIM est le développement d'une version opérationnelle du standard ou *Industry Foundation Classes* (IFC), que Turk (2025) identifie comme un jalon essentiel. Ce standard joue un rôle déterminant dans le passage du BIM propriétaire à un BIM « ouvert » (*open BIM*), lequel repose sur l'utilisation de standards et de workflows ouverts permettant le partage d'informations entre acteurs et logiciels.

Par ailleurs, Dans le cadre de l'approche collaborative portée par le BIM, les processus se structurent à travers des documents essentiels tels que le plan d'exécution du BIM, ou *BIM Execution Plan* (BEP). Ce dernier est considéré comme un outil indispensable pour la gestion du projet, étant donné qu'il permet de coordonner les équipes, définir clairement les rôles et responsabilités, organiser les échanges d'informations et planifier la production de données tout au long du cycle de vie du bâtiment (Sudakova et al., 2024).

En parallèle, la digitalisation des flux documentaires et des modèles conduit à l'utilisation d'un environnement commun des données, ou *Common Data Environment* (CDE). Il s'agit d'une plateforme centralisée destinée à rassembler, organiser et partager l'ensemble des informations du projet, afin d'en garantir la cohérence, la disponibilité et l'intégrité tout au long du processus. Le CDE s'impose ainsi comme un élément technique clé du BIM collaboratif, en particulier parce qu'il offre un accès structuré et transparent à l'information pour tous les acteurs, conformément aux principes définis par les standards ouverts utilisés dans les plateformes BIM (Preidel et al., 2016).

Ces transformations historiques et technologiques illustrent comment le BIM s'est peu à peu établi comme un cadre méthodologique exhaustif, fondé sur des normes, des processus et des espaces numériques de

collaboration. Cette évolution incite à aller au-delà de la simple perspective historique pour explorer les définitions que la littérature attribue au BIM. Par ailleurs, le BIM est défini comme : « une technologie de modélisation et un ensemble de processus associés pour produire, communiquer et analyser des modèles de bâtiments » [traduction libre] (Eastman et al., 2008, p. 13). Ainsi, il n'existe pas de définition unique et universelle du BIM, selon M.A. « *Mortenson Company* » (cité dans Eastman et al., 2008), le BIM est décrit comme une « simulation intelligente de l'architecture » [traduction libre] (2008, p.13), qui pour assurer une livraison intégrée des projets, doit posséder six caractéristiques essentielles :

1. Numérique
2. Spatial (3D)
3. Mesurable : Il permet des analyses quantitatives, dimensionnelles et interrogeables.
4. Complet : Il encapsule et communique l'intention de conception, la performance du bâtiment et la constructibilité, tout en intégrant les aspects financiers et séquentiels des méthodes de réalisation.
5. Accessible : Il est conçu pour être utilisé par toutes les parties prenantes, et cela via une interface interopérable et intuitive.
6. Exploitable sur toute la durée de vie du bâtiment : Il accompagne toutes les phases, de la conception à l'exploitation, en maintenant l'intégrité des informations.

Nous présentons ainsi dans le tableau 2.2 ci-après une synthèse des différentes définitions du BIM selon la littérature scientifique, et ceci afin de découvrir davantage les caractéristiques de cet outil.

Tableau 2.2 Définitions du BIM. Élaboration personnelle à partir des travaux de Azhar (2011) ; Borkowski (2023) ; EU BIM Task Group (2017) ; Mohammed et al. (2022).

Auteur	Définition du BIM
Azhar (2011)	Une technologie qui permet de créer un modèle virtuel précis d'un bâtiment, utilisé pour la planification, la conception, la construction et l'exploitation des infrastructures. Il offre ainsi une meilleure visualisation du projet et facilite la coordination entre les parties prenantes du secteur (AEC).
Mohammed et al. (2022)	Une approche qui va au-delà de la simple production de dessins architecturaux et qui englobe tout le cycle de vie d'un projet. Il est également décrit comme une technologie qui est capable d'améliorer la gestion de l'information et la coordination des activités du projet grâce à l'intégration des parties prenantes et à l'utilisation de modèles numériques.
Eu BIM Task Group (2017)	Une forme numérique de construction et d'exploitation d'actifs. Il regroupe des technologies, des améliorations de processus et des informations numériques afin d'améliorer radicalement les résultats des projets et l'exploitation des actifs.

Borkowski (2023)	Une philosophie et un système d'information combinés pour révolutionner les processus de construction en intégrant des approches culturelles, organisationnelles et techniques.
-------------------------	---

À la lumière de ces différentes définitions, nous observons que le BIM ne constitue pas un simple logiciel, mais il peut servir de cadre intégré qui se compose de processus, politiques et de technologies qui nous aident à mieux gérer les données essentielles tout au long du cycle de vie d'un projet (Penttilä, 2006, cité dans Succar, 2010). Sans oublier le caractère systémique de cette approche qui a été souligné par plusieurs auteurs, dont Eastman et al. (2008) et Succar (2010), qui indiquent l'interdépendance entre les dimensions organisationnelles, technologiques et procédurales du BIM dans le secteur de l'architecture, de l'ingénierie, de la construction et de l'exploitation (AECO).

2.3.2 Dimensions BIM

Le BIM a révolutionné la façon dont les bâtiments sont modélisés, en passant d'une représentation 2D à une représentation multidimensionnelle avec des informations géométriques, temporelles, financières et environnementales. D'après Ding et al. (2014), cette évolution représente le passage d'un modèle purement 3D à un BIM « computable nD », capable de regrouper diverses couches d'informations pour assister la prise de décision tout au long du cycle de vie d'un bâtiment. Ce modèle a pour objectif de favoriser la collaboration entre les acteurs du projet en leur fournissant des informations centralisées et toujours à jour.

Le BIM est basé sur la 3D, à laquelle on ajoute la dimension temporelle (4D), qui apporte des informations temporelles supplémentaires pour affiner la visualisation et optimiser la planification des travaux. La 5D vient ensuite faire le lien entre le modèle 3D et le planning, permettant une estimation plus précise et une meilleure gestion financière du projet. D'après Vigneault et al. (2019), le BIM 5D permet d'améliorer la précision des estimations, d'aider à la planification budgétaire et au contrôle des coûts et de minimiser les écarts causés par les changements et les modifications. Le BIM, avec ses capacités de quantification, de simulation et de mise à jour dynamique des données de coûts, se révèle être un allié indispensable pour une gestion des coûts plus efficace et intégrée dans le domaine de la construction. De plus, Sun et al. (2024) soulignent que l'incorporation des dimensions de coût (5D) et de planification (4D) dans le BIM permet d'améliorer la précision des estimations, de gérer les coûts et le planning et est perçue comme un moyen d'améliorer la performance des projets.

Le BIM évolue vers le 6D et le 7D, en plus du 5D. Le 6D fait référence à la gestion énergétique, alors que le 7D est lié à la gestion et l'exploitation des installations (Yang et al., 2021). Ces aspects étendent l'application du BIM en assurant une gestion plus intégrale de la performance opérationnelle des constructions.

La figure 2.6 ci-après illustre l'ensemble de ces dimensions et leur articulation au sein du processus BIM que nous l'avons élaboré nous-même en s'inspirant des écrits présentés dans cette section.

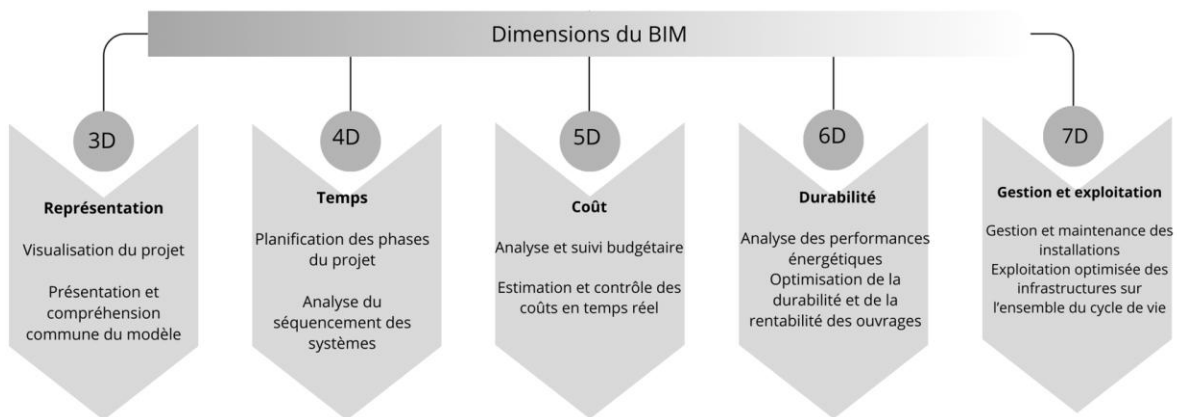


Figure 2.6 Les dimensions du BIM. Élaboration personnelle basée sur les travaux de Ding et al. (2014) ; et Sun et al. (2024). ; Vigneault et al. (2019) ; Yang et al. (2021).

2.3.3 Niveaux de maturité du BIM

La maturité BIM correspond au degré de qualité, de répétabilité et d'excellence dans l'exécution et la livraison d'un modèle BIM (Succar, 2010, cité dans Dakhil et al., 2015). Elle représente donc une évolution graduelle permettant d'atteindre un usage pleinement développé du BIM.

Succar (2009) décrit quatre principaux niveaux de maturité.

- **Pre-BIM** : À ce stade, les projets sont réalisés de manière traditionnelle. Les acteurs s'appuient surtout sur des plans en 2D, ainsi que la coordination est limitée, les échanges sont fragmentés et les erreurs ou incohérences sont fréquentes.
- **Niveau 1 Modélisation objet** : Ici, les organisations commencent à utiliser des logiciels de modélisation en 3D. Ces modèles sont surtout produits par une seule discipline (par exemple l'architecture) et cela représente une avancée, mais la collaboration reste encore limitée.

- Niveau 2 Collaboration autour du modèle : Ce stade marque une réelle évolution, car les modèles 3D sont désormais partagés entre plusieurs disciplines (architectes, ingénieurs, etc.). Donc, cette collaboration améliore la coordination, réduit les erreurs et facilite une meilleure compréhension du projet.
- Niveau 3 Intégration en réseau : C'est le niveau le plus avancé et dans lequel les modèles numériques sont utilisés de manière intégrée par tous les acteurs tout au long du cycle de vie du projet. Cela permet une véritable coopération en temps réel, une meilleure prise de décision et une efficacité accrue.

Tableau 2.3 Récapitulatif des niveaux de maturité BIM inspiré de Succar (2009)

Niveau	Description
Pre-BIM	Utilisation de plans 2D, peu ou pas de collaboration.
Niveau 1 – Modélisation objet	Création de modèles 3D, mais utilisés par une seule discipline.
Niveau 2 – Collaboration autour du modèle	Partage de modèles entre disciplines, meilleure coordination.
Niveau 3 – Intégration en réseau	Utilisation intégrée et collaborative des modèles par tous les acteurs.

En résumé, ces niveaux montrent comment le BIM permet aux organisations de passer d'une pratique isolée à une collaboration numérique intégrée tout en améliorant progressivement la qualité, la coordination et l'efficacité des projets (Succar, 2009).

2.3.4 Bénéfices du BIM dans l'optimisation des projets de construction

Dans cette partie nous présentons les divers bénéfices que le BIM peut apporter aux projets de construction en s'appuyant sur l'étude de Ghaffarianhoseini et al. (2017) qui expliquent que ces bénéfices peuvent comprendre plusieurs aspects, notamment :

- Bénéfices en termes de gestion des connaissances : Le BIM dispose de la capacité d'intégrer une grande quantité d'information, allant des matériaux aux spécifications techniques, en passant par les coûts et les performances énergétiques. Ce fonctionnement s'apparente à une forme de centralisation, et cette dernière facilite le suivi des relations entre les composants du bâtiment et améliore la prise de décisions au niveau de toutes les phases des projets, sans oublier sa capacité dans la standardisation grâce à des formats d'échange comme les IFC, qui favorisent ainsi la collaboration entre les parties prenantes (Ghaffarianhoseini et al., 2017).

- Bénéfices Techniques : Cela concerne la capacité du BIM à représenter numériquement les caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un bâtiment, chose qui permet d'assurer une meilleure coordination et réduit les erreurs de conception (Ghaffarianhoseini et al., 2017).
- Bénéfices économiques : Comme leur nom indique, ce type de bénéfice désigne l'optimisation des coûts et l'amélioration des processus, et ceci par la réduction des erreurs de conception et les modifications tardives. Ainsi, le BIM contribue à l'amélioration de la gestion et l'optimisation des délais et processus de planification (Ghaffarianhoseini et al., 2017).
- Bénéfices en termes de gestion des risques et de la durabilité des bâtiments : Et finalement, l'auteur souligne que le BIM a également des bénéfices pouvant soutenir les objectifs environnementaux, et cela grâce à son optimisation de la maintenance et de la performance énergétique. À cela s'ajoute la contribution de cet outil dans l'anticipation des conflits potentiels et l'amélioration de la sécurité sur les chantiers (Ghaffarianhoseini et al., 2017).

En résumé, il ressort de cette revue des définitions et des bénéfices du BIM que cet outil dépasse le simple usage du logiciel. Le BIM est donc une approche intégrée qui inclut l'organisation et les activités de coopération et de collaboration du secteur de construction. Dans la partie pratique de ce mémoire, nous chercherons à explorer, à partir des perspectives d'experts du domaine, quel est le vrai impact du BIM sur le partage d'informations entre les parties prenantes d'un projet de construction, ainsi que son impact sur la création de connaissances au sein des équipes projet.

2.3.5 Rôle du BIM dans le partage d'informations, la création et la circulation des connaissances tacites et explicites

Le BIM est reconnu comme un levier important pour faciliter l'échange et la réutilisation d'informations dans le secteur de la construction. Il permet de représenter, d'organiser et de structurer les données d'un projet dans un environnement numérique unifié couvrant l'ensemble du cycle de vie de l'ouvrage de la conception à la construction, puis à l'exploitation tout en répondant aux besoins croissants de gestion de l'information dans les pratiques AEC (Nepal et Staub-French, 2016).

Selon Utama et al. (2023), le BIM permet de centraliser les connaissances produites au sein d'un projet dans un modèle unique, et il est fréquemment associé à un commun CDE pour faciliter le stockage, l'accès et le partage de ces informations entre les acteurs impliqués. Du point de vue d'Elalwani et Çalışkan (2024), le BIM permet de représenter des informations de manière visuelle grâce à des données 3D, ce qui facilite

l'échange et le transfert d'informations au sein des projets de construction. Les auteurs soulignent que cette technologie améliore l'efficacité, la communication et la collaboration entre les différents intervenants, notamment en rendant les informations plus accessibles et en simplifiant leur mise à jour dans l'environnement 3D.

Dans la littérature sur la gestion des connaissances, plusieurs travaux soulignent que les technologies de l'information jouent un rôle actif dans la création des connaissances organisationnelles (Philip, 2018 ; Wickramasinghe, 2006). Wickramasinghe (2006) rappelle que les technologies constituent l'une des composantes centrales du processus de création de connaissances et qu'elles interviennent, au même titre que les individus et les processus, dans la dynamique globale du management des connaissances. De son côté, Philip (2018) montre que les technologies, notamment celles liées au big data, contribuent à transformer les données en informations puis en connaissances mobilisables dans les organisations. Ensemble, ces travaux soulignent que les technologies de l'information ne sont pas de simples supports de circulation de l'information, mais qu'elles participent directement à la création et à l'enrichissement des connaissances.

Le BIM peut donc être vu comme un objet-frontière qui facilite la collaboration interdisciplinaire en fournissant un référentiel commun où des acteurs provenant d'environnements organisationnels et professionnels différents peuvent partager et interpréter les informations du projet (Wang et al., 2021). Sa capacité à fédérer dans un même espace des modèles 3D et des artefacts informationnels utilisés au cours du cycle de vie en fait un support de coordination, de communication et de résolution collective de problèmes (Wang et al., 2021). Les spécificités du BIM notamment, la visualisation numérique, l'organisation du travail collaboratif, l'intégration des processus sur le cycle de vie du bâtiment, améliorent la compréhension commune des acteurs et permettent une prise de décision plus éclairée. Ainsi, lorsque ces artefacts sont réellement utilisés en pratique, ils peuvent devenir des objets-frontières en usage qui permettent de créer un langage partagé, de faciliter les négociations et de favoriser l'émergence d'un champ d'action collectif (Wang et al., 2021).

De plus, le BIM ne se contente pas de transmettre des informations, il contribue également à la création de connaissances en permettant l'intégration de connaissances fragmentées et la mutualisation des points de vue nécessaires à l'avancement du projet (Cheng et al., 2023). De plus, ses dimensions techniques et organisationnelles se combinent avec les dynamiques relationnelles entre les acteurs (Cheng et al., 2023). En ce sens, le degré d'implémentation du BIM peut améliorer l'efficacité des normes relationnelles en

favorisant le partage d'information, en diminuant les asymétries et en permettant une collaboration plus harmonieuse et coordonnée entre les acteurs (Cheng et al., 2023). Par ailleurs, Alotaibi et al. (2024) soulignent que la mise en œuvre réussie du BIM dépend de clauses contractuelles claires, précisant les responsabilités, les droits sur les données et les protocoles d'échange d'informations entre les parties. Les auteurs montrent ainsi que le BIM n'est pas seulement des outils, mais qu'il faut une approche juridique et institutionnelle de ces outils, et une formalisation des usages du modèle et des données.

Pour la création et le partage de connaissances tacites et explicites par le BIM, Nepal et Staub-French (2016) soulignent la formalisation et la structuration de la connaissance lie à la construction dans le contexte du BIM. Ils font remarquer que la plupart des connaissances employées sur les projets demeurent tacites, fondées sur l'expérience des praticiens et difficilement transférables. En outre, leur démarche consiste ainsi à recourir aux ontologies et à des modèles de représentation sémantique afin de rendre ces connaissances implicites explicites, formalisés et interrogeables. Le BIM devient un outil pour structurer ces connaissances, les visualiser et en extraire des informations pour la gestion et l'analyse. Cette formalisation est nécessaire pour rendre la connaissance plus accessible et utilisable dans les pratiques du domaine (Nepal et Staub-French, 2016).

Dans leur étude sur la chaîne d'approvisionnement de l'industrie de la construction, Shi et al. (2022) révèlent que le partage des connaissances explicites et tacites est un facteur clé pour favoriser la performance d'innovation des entreprises. Les auteurs mettent en évidence que les technologies de gestion de l'information et notamment le BIM sont un vecteur de transmission et de structuration des connaissances explicites, étant donné qu'il permet de fournir une plateforme visuelle pour intégrer et diffuser rapidement les informations de projet, et contribue au partage plus efficace et plus précis des connaissances formalisées dans la chaîne d'approvisionnement.

De plus, l'étude montre que seule la connaissance tacite a un impact direct sur la performance d'innovation, tandis que le partage de la connaissance explicite n'a pas d'impact direct significatif sur la celle-ci. Le BIM est donc un levier avant tout pour le partage explicite qui peut indirectement favoriser la création de connaissances tacites indispensables à la performance innovante car certaines connaissances tacites naissent ou se développent à partir de la connaissance explicite.

Ainsi, selon Shi et al. (2022), si le BIM représente un outil essentiel pour optimiser la circulation des connaissances explicites dans la chaîne d'approvisionnement, il doit être complété par des dispositifs organisationnels et relationnels qui aident à assurer l'échange de connaissances tacites. C'est la

combinaison entre outils numériques et interactions sociales qui permet de mettre en place un système de partage des connaissances forte, qui est capable de soutenir efficacement et durablement l'innovation dans le secteur de la construction.

2.3.6 Obstacles à l'adoption du BIM

Tout comme certains auteurs soulignent le potentiel du BIM dans l'amélioration de la performance des organisations, d'autres évoquent les défis spécifiques liés à l'adoption de cet outil, en mettant en évidence des divergences à ce sujet. Puisque nous avons déjà discuté dans les sections précédentes, les avantages du BIM en termes d'optimisation des délais, des coûts et de la gestion de l'information et des connaissances, nous allons maintenant aborder les défis associés à l'adoption de cette technologie. Dans la littérature, les obstacles liés à l'adoption du BIM concernent plusieurs aspects, à savoir organisationnels et techniques.

Dans le même ordre d'idées, selon Waqar et al. (2024), il existe quatre grandes barrières quant à l'adoption du BIM pour la gestion de la sécurité dans les projets résidentiels, il s'agit notamment de la cohérence des données, les exigences réglementaires et de normalisation, la complexité d'intégration de cet outil et la qualité et le coût initial élevé. En ce qui concerne les barrières techniques, Tang et al. (2019) soulignent que les problèmes d'interopérabilité, l'absence de standards communs, la complexité des processus de conception, ainsi que le manque de cadres généralisables pour une mise en œuvre sur le terrain limitent l'intégration du BIM avec les dispositifs IoT. Donc, ces obstacles soulignent la nécessité d'un accompagnement technique et stratégique pour favoriser une adoption efficace du BIM dans des contextes variés.

En somme, nous pouvons déduire que bien que le BIM apporte plusieurs avantages à l'industrie et représente un bon levier de transformation pour le secteur de la construction, cet outil comprend des zones grises, cela veut dire que son efficacité dépend de la volonté des acteurs à collaborer, à s'engager dans une logique de sens partagé et à faire évoluer leurs pratiques au-delà des outils numériques. Dans ce sens, le BIM ne doit pas être perçu uniquement comme une solution technique, mais comme une opportunité pour repenser les dynamiques humaines, les structures organisationnelles et les cultures professionnelles.

2.3.7 Théorie du *sensemaking*

Dans cette section, nous découvrirons que, dans le cadre des projets complexes, comme celui de la construction et des infrastructures, le partage d'informations ne se limite pas à la simple transmission de données, mais il concerne aussi la capacité des acteurs à donner une interprétation commune aux situations et à construire une compréhension universelle du projet. Dans ce sens, nous nous appuyons sur la théorie de *sensemaking* qui a été soulignée par plusieurs auteurs que nous citerons dans les lignes qui viennent, et qui mettent en évidence que la gestion des mégaprojets ne peut être réduite à une planification linéaire ou purement technique, mais elle repose sur des processus collectifs de mise en sens.

Concernant les auteurs dont on a parlé, nous citons Brunet et Forgues (2019), qui expliquent que les projets d'envergure publique impliquent de nombreux acteurs ayant des visions, des intérêts et des langages différents. Donc, dans ce contexte, pour que l'information devienne utile, elle doit être contextualisée et interprétée collectivement. Cependant, malgré la forte capacité du BIM dans la gestion d'informations comme nous avons abordé dans la partie précédente, selon Brunet et Forgues (2019), cet outil numérique doit être accompagné de dispositifs organisationnels et relationnels qui permettent de favoriser les échanges, l'ajustement des compréhensions et la coordination, car même si on utilise le BIM, les gens peuvent mal se comprendre.

Ces idées sont appuyées par Brunet et al. (2024), qui mettent en lumière, dans leur recherche sur la collaboration dans les projets partagés, que le processus de compréhension du sens (*sensemaking*) joue un rôle clé dans la création d'une vision commune et partagée entre les divers participants d'un projet complexe. Les auteurs expliquent que les processus de compréhension mutuelle ou ce qu'ils appellent les mécanismes de *sensemaking*, facilitent la consolidation de la compréhension des objectifs et des enjeux du projet tout en favorisant la résolution des dissensions découlant des divergences culturelles et organisationnelles entre les acteurs impliqués (Brunet et al., 2024). Les chercheurs soulignent également l'importance des liens relationnels qui favorisent les échanges sociaux et consolident la confiance mutuelle pour entretenir des relations durables dans des environnements où les organisations doivent coopérer étroitement malgré des objectifs parfois désalignés (Brunet et al., 2024). D'ailleurs selon l'étude en question pour que le partage d'informations soit authentiquement efficace dans un environnement de projet complexe, il est essentiel d'établir une gouvernance collaborative fondée sur des mécanismes structurels de création de sens. Ces mécanismes servent à contextualiser les informations à les rendre compréhensibles pour toutes les parties prenantes et à favoriser une prise de décision concertée et cohérente (Brunet et al., 2024).

La littérature sur le BIM met largement en avant son potentiel en matière de centralisation de l'information, de coordination interdisciplinaire et d'amélioration de la performance des projets. De même, le BIM est fréquemment présenté comme un levier technologique capable de réduire la fragmentation, de fluidifier les flux informationnels et de favoriser une meilleure collaboration entre les parties prenantes. Toutefois, cette littérature repose souvent sur une hypothèse implicite selon laquelle l'accès partagé à l'information suffirait à produire une compréhension commune et à améliorer la prise de décision collective.

Or, cette vision tend à réduire le BIM à un dispositif principalement technique, en négligeant les dimensions cognitives, sociales et interprétatives du travail collaboratif. Ainsi à notre connaissance, les études analysent rarement la manière dont les acteurs s'approprient concrètement les informations produites par le BIM, comment ils leur donnent du sens, ou comment ces informations sont discutées, négociées et parfois contestées dans les interactions quotidiennes du projet. De plus, la présence d'un modèle partagé ne garantit pas nécessairement une interprétation partagée.

C'est précisément sur ce point que se situe l'apport de ce mémoire. En mobilisant la théorie du *sensemaking*, cette recherche propose d'analyser le BIM non seulement comme un support de circulation de l'information, mais comme un espace sociotechnique dans lequel se construisent ou échouent à se construire des interprétations partagées. Cette approche permet ainsi de dépasser une lecture strictement instrumentale du BIM et d'en examiner les conditions cognitives et sociales d'efficacité.

2.4. Cadre conceptuel

Après la présentation du contexte et de la problématique, et à la suite de la revue de la littérature, cette section présente les variables conceptuelles majeures qui constituent notre cadre d'analyse du partage d'informations et de la création de connaissances dans les projets de construction BIM.

Le cadre conceptuel est construit à partir de la revue de littérature et permet d'organiser l'analyse des liens entre fragmentation des projets, partage d'information, BIM et création de connaissances. Il n'est pas un modèle déterministe mais un cadre explicatif qui souligne des mécanismes médiateurs. Dans cette optique, le BIM n'est pas considéré comme un élément qui influe directement sur la production de connaissances. Il fonctionne davantage comme un dispositif sociotechnique qui réorganise les flux d'informations et facilite les échanges entre les acteurs. Ce sont ces jeux informationnels et interactionnels, notamment par des processus de *sensemaking* collectif, qui rendent possibles ou non l'émergence de

connaissances dans les équipes de projet de construction. Cette partie détaille donc comment ces variables s'articulent dans le cadre des projets de construction BIM.

2.4.1 Variables conceptuelles

Par ailleurs, quatre variables conceptuelles ont été retenues dans cette recherche, à savoir (1) la fragmentation des projets de construction, qui est considérée comme un défi structurel et organisationnel qui limite la circulation fluide de l'information et en conséquence la création des connaissances ; (2) le partage d'informations, en tant que processus central de communication et de collaboration entre les parties prenantes ; (3) le BIM, en tant qu'outil technologique et collaboratif et enfin, (4) la création de connaissances, qui est considérée comme résultat possible d'un partage et gestion d'informations efficaces.

Plus précisément, ces 4 variables conceptuelles sont définies comme suit :

1. Fragmentation des projets de construction : La fragmentation de l'industrie de la construction peut être définie comme la division d'une manière croissante des professions et des organisations qui sont impliquées dans un projet, et ceci en raison du besoin de plus en plus d'experts spécialisés et de la complexité des projets (Mohd Nawi et al., 2014). Dans le même sens, la fragmentation des projets de construction en particulier, désigne le fait qu'il y a une séparation entre la conception et la construction dans les pratiques contractuelles traditionnelles (Mohd Nawi et al., 2014). En effet, ce défi empêche l'intégration des connaissances des entrepreneurs dès la phase de conception, ce qui engendre des problèmes de planification, des retards, des conflits et limite l'intégration entre les disciplines et la coordination globale (Mohd Nawi et al., 2014).
2. Partage d'informations : Activité de communication pouvant être conçue soit comme un processus unidirectionnel de transmission, soit comme un échange bidirectionnel fondé sur la participation et l'interprétation mutuelle (Savolainen, 2017). Il est influencé par des facteurs comme la confiance, le risque, le bénéfice perçu et la proximité organisationnelle (Wilson, 2010).
3. BIM : Un ensemble de politiques, processus et technologies interconnectés qui permettent de gérer les données des projets de construction tout au long de leur cycle de vie numérique (Penttilä, 2006, cité dans Succar, 2010),
4. La création de connaissances : Est décrite comme un processus dynamique et continu de conversion entre connaissances tacites et connaissances explicites, selon le modèle SECI (Konno

et Schillaci, 2021). Cette structure repose sur les échanges humains, l'intersubjectivité et les relations qui permettent de partager, d'exprimer, d'assembler, d'intégrer la connaissance. La génération de connaissances est donc un processus clé de l'innovation et participe à la constitution et au développement des actifs de connaissances, assimilés au capital intellectuel, dans les organisations et dans la société (Konno et Schillaci, 2021).

Nous considérons ces variables comme interconnectées tel que présenté dans le schéma ci-dessous : la fragmentation engendre des ruptures structurelles qui entravent la circulation de l'information, tandis que le BIM intervient comme dispositif sociotechnique qui contribue à la reconfiguration des flux informationnels, notamment à travers des environnements de données communs. Le cadre proposé formalise cette dynamique d'ensemble en montrant comment cette reconsolidation de l'information par le BIM ne se limite pas à la coordination, mais crée les conditions nécessaires à l'émergence de nouvelles connaissances au sein des équipes projet.

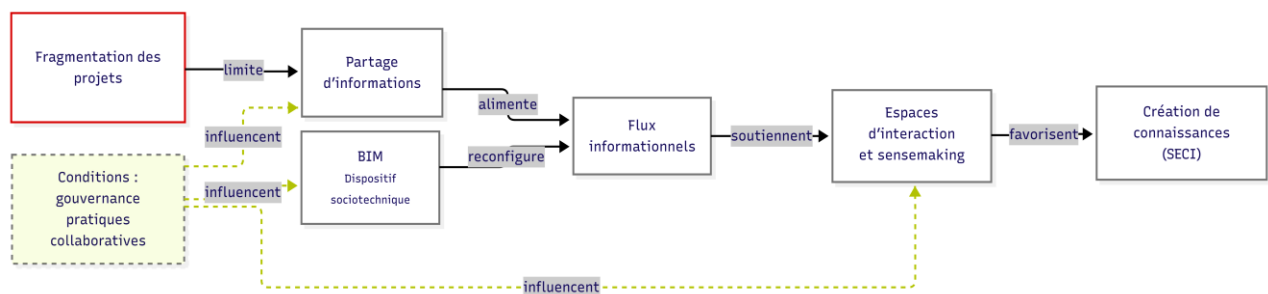


Figure 2.7 Schématisation de cadre conceptuel

Dans cette continuité, nous soulignons que les interactions entre les variables précitées et dévoilées ci-après se présentent de la manière suivante :

- La fragmentation des projets de construction constitue un obstacle majeur au partage d'informations, en raison de l'exécution séquentielle des processus et des silos informationnels (Boton et Forgues, 2018) ;
- Le partage d'informations est au cœur de la collaboration dans les projets de construction. D'après Rahman et al. (2014), le partage d'informations permet d'établir une relation plus transparente entre entrepreneurs et sous-traitants, ce qui réduit les risques de conflits et favorise le bon déroulement du projet ;

- Le BIM peut être un catalyseur dans un environnement fragmenté du secteur, en améliorant la représentation, l'échange, l'utilisation et la réutilisation des informations tout au long du cycle de vie du bâtiment (Nepal et Staub-French, 2016) ;
- La création de connaissances est un processus essentiel par lequel les individus convertissent leurs expériences, intuitions ou informations en croyances justifiées et en capacités actionnables (Nonaka et al., 1996). Ainsi, la génération de connaissances ne consiste pas seulement à élaborer et à valider de nouvelles idées, mais aussi à les incorporer dans les pratiques et les savoir-faire quotidiens. Elle est un processus clé pour l'innovation et l'adaptation des organisations, en convertissant les connaissances tacites en connaissances explicites et vice versa (Nonaka et al., 1996).

De plus, le BIM ne se contente pas d'améliorer techniquement la coordination, il agit en organisant les flux d'informations et en offrant des supports partagés (maquettes numériques, environnements de données communs) autour desquels les acteurs échangent. Ces échanges permettent l'interprétation partagée de l'information et la construction de sens commun, qui sont des conditions nécessaires aux processus de création de connaissances.

Ainsi, le cadre conceptuel révèle que la génération de connaissances dans les projets BIM n'est pas une conséquence automatique de l'adoption de l'outil, mais dépend des conditions organisationnelles, humaines et interactionnelles dans lesquelles le BIM est mis en œuvre, comme les pratiques collaboratives, entendues comme des modes de travail fondés sur la coopération entre acteurs, le partage d'informations et la co-construction de solutions (Frimousse et Peretti, 2019), la gouvernance du partage d'information et la présence d'espaces d'échange pour le *sensemaking* collectif. Ce cadre est une grille de lecture théorique pour observer empiriquement comment ces mécanismes se traduisent dans la construction publique au Québec.

L'étude de toutes ces variables, de leurs définitions et de leurs relations permet de mieux comprendre l'étendue de cette recherche. Pour mieux comprendre ces dynamiques, l'étude s'appuie sur les points de vue d'acteurs clés ayant une expérience de première main de l'adoption et de la gouvernance du BIM dans les projets de construction publics au Québec. Cette analyse s'appuie sur des entretiens semi-directifs dont la méthodologie est présentée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Ce chapitre présente la méthodologie adoptée pour mener cette étude. La figure 3.1, présentée ci-dessous, illustre les six étapes de cette démarche, notamment : (1) le contexte et la problématique, (2) la revue de la littérature et le cadre conceptuel, (3) la collecte des données, (4) l'analyse des données, (5) les résultats et, finalement, (6) l'interprétation, la discussion et la conclusion.

Afin de comprendre comment les acteurs du secteur public québécois perçoivent, interprètent et mobilisent le BIM dans leurs pratiques de partage d'information et de création de connaissances au sein des projets de construction, nous menons une démarche de recherche qui se base sur une approche qualitative exploratoire et qui relève d'un paradigme interprétativiste et ceci dans l'objectif de saisir les significations que les participants attribuent à leurs expériences, plutôt qu'à mesurer des relations causales.

Au niveau de la première étape de notre démarche, nous situons le contexte de la recherche et nous énonçons par la suite la problématique, et ceci par l'identification des principaux enjeux qui sont relatifs à la transformation numérique du secteur de la construction publique et à la mise en place de l'outil BIM dans le processus organisationnel, chose qui a conduit à la définition des objectifs généraux et spécifiques.

La revue de littérature est notre deuxième étape dans ce processus de recherche et qui vise à analyser les écrits scientifiques qui sont liés notamment à la fragmentation, à la gestion des informations et des connaissances, à la collaboration inter-organisationnelle et à l'usage du BIM comme outil de coordination et d'apprentissage collectif. Cette analyse nous a conduit à l'élaboration du cadre conceptuel de la recherche et à la définition des dimensions d'analyse mobilisées pour interpréter les données.

Notre démarche de collecte des données se base sur deux sources complémentaires. Premièrement, les entretiens semi-dirigés réalisés auprès d'acteurs publics et de partenaires de projets BIM tels que des directeurs, gestionnaires, architectes, ingénieurs et coordonnateurs BIM, d'autre part, nous avons effectué une analyse documentaire portant sur des rapports institutionnels, des plans d'exécution BIM, et des feuilles de route gouvernementales, ce qui nous a permis d'enrichir et de contextualiser les propos recueillis lors des entretiens. Par ailleurs, ce protocole correspond à la troisième étape de la méthodologie de recherche.

L'analyse des données, qui constitue la quatrième étape, repose sur une approche thématique inspirée de McMillan (2009). Après la transcription intégrale des entretiens, les données ont été soumises à un processus de codage, de catégorisation et d'interprétation qui vise à dégager les régularités, les divergences et les schémas significatifs dans les discours des participants. En outre afin de nous faciliter l'organisation des données, nous avons opté pour un logiciel d'analyse qualitative, (NVivo) qui nous a facilité le repérage systématique des thèmes.

Après avoir codifié et analysé les données empiriques, nous avons passé à la présentation des résultats empiriques issus de cette analyse et qui ont été mis en relation avec le cadre conceptuel dans l'objectif d'examiner comment les dimensions théoriques retenues se manifestent dans la réalité des projets publics et d'évaluer le rôle du BIM comme support au partage d'information et à la création de connaissances collectives. Ce volet correspond à la cinquième étape.

Enfin, la sixième étape comprend l'interprétation, la discussion et la conclusion. Les résultats sont interprétés à la lumière de la littérature afin de dégager les principaux apports de la recherche, tant sur le plan empirique que théorique. Cette phase permet également de formuler des recommandations à l'intention des organisations publiques en matière de gouvernance de l'information et de gestion collaborative des connaissances, ainsi que de proposer des pistes pour des recherches futures.

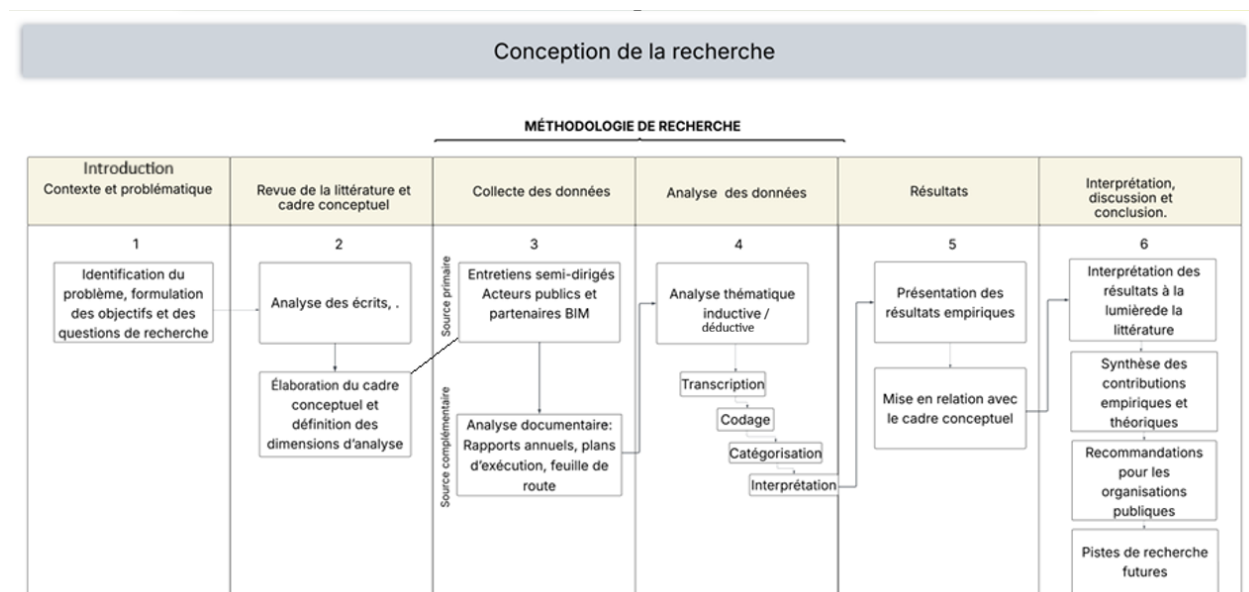


Figure 3.1 Conception de la recherche

3.1 Type de recherche

Dans le cadre de notre recherche, nous soulignons que l'approche qualitative nous aidera à mieux comprendre non seulement l'impact du BIM sur le partage d'informations, mais aussi son impactes sur la création des connaissances. Car, comme souligné par Anadón et Savoie Zajc (2009), l'approche qualitative se concentre sur les dynamiques sociales et humaines qui sont vécues et interprétées par les gens. De plus, cette approche permet de donner une valeur aux données subjectives, sensibles aux contextes organisationnels et culturels, et vise à donner du sens aux interactions et aux processus qui sont complexes.

Dans le cadre spécifique de cette recherche, ce choix méthodologique se justifie par la nature du phénomène étudié. En effet, le partage d'information et la création de connaissances dans un environnement BIM reposent sur des interactions entre acteurs, des interprétations et des pratiques organisationnelles complexes, qui ne peuvent être appréhendées à travers des mesures quantitatives.

En ce qui concerne la démarche de recherche, nous avons opté pour une approche principalement inductive, car nous cherchons à analyser les interactions complexes entre les individus, les technologies et les processus organisationnels liés au BIM sans présupposer de relations causales fixes. Cette posture permet d'explorer en profondeur les facteurs influençant la réussite du partage d'informations. Comme le soulignent Anadón et Guillemette (2007), la recherche qualitative se construit de manière souple et progressive, l'induction permettant une adaptation continue de la compréhension des phénomènes à partir des données empiriques.

Toutefois, conformément à ces mêmes auteurs, il serait irréaliste de considérer l'induction comme exclusive, toute démarche qualitative comportant nécessairement des moments déductifs. Ceux-ci apparaissent notamment lorsque le chercheur mobilise des cadres théoriques pour interpréter les résultats. Cette nuance s'applique à notre étude, car dans les chapitres résultats et discussion, les données empiriques recueillies ont été mises en dialogue avec la théorie du *Sensemaking* et le modèle SECI afin d'éclairer les mécanismes par lesquels le BIM contribue à la création, à la structuration et au partage des connaissances.

Par ailleurs, comme l'indique Mohajan (2018), les méthodes qualitatives se prêtent particulièrement bien à l'analyse des dynamiques sociales et organisationnelles en profondeur, ce qui renforce la pertinence d'une démarche inductive tout en reconnaissant l'apport ponctuel des outils théoriques mobilisés au moment de l'interprétation.

Cette recherche adopte une approche exploratoire. Selon Hunter et al. (2019), ce type d'approche est utilisé pour éclairer la manière dont un phénomène se manifeste et pour mettre en évidence la nature complète d'un phénomène encore peu compris. De leur côté, Rendle et al. (2019) indiquent que les études exploratoires sont menées lorsqu'il existe peu ou pas de données sur un sujet et qu'elles portent sur des domaines encore largement non étudiés par la communauté scientifique, ce qui est le cas pour notre recherche.

Ce choix méthodologique est ainsi cohérent avec les objectifs analytiques de cette recherche, qui visent à comprendre les mécanismes sous-jacents au partage d'information et à la création de connaissances, plutôt qu'à tester des relations causales entre variables.

3.2 Positionnement épistémologique

L'épistémologie concerne les fondements du savoir et la manière dont la connaissance est produite (Hiller, 2016). Ainsi, l'épistémologie selon Schommer-Aikins (2004), correspond aux croyances que l'on a sur l'apprentissage et la connaissance. De plus, cette dernière est considérée comme un « système de croyances plus ou moins indépendantes » [traduction libre] (Schommer-Aikins, 2004, p. 20).

Par ailleurs, ces croyances épistémologiques concernent plusieurs dimensions qui ont été souligné par Schommer-Aikins (2004) et qui influencent la manière avec laquelle les individus comprennent et apprennent l'informations. Celles-ci sont principalement présentées dans la figure 3.2 ci-dessous :

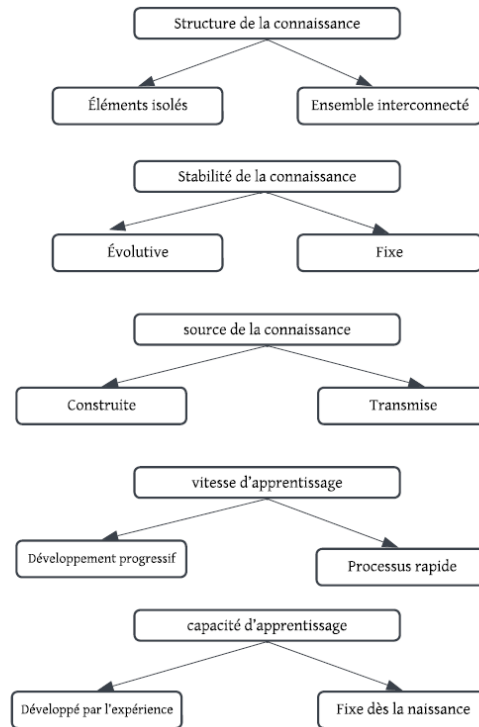


Figure 3.2 Conceptions épistémologiques liées à la connaissance et à l'apprentissage. Élaboration personnelle inspirée de Schommer-Aikins (2004)

Le schéma ci-dessus présente les cinq grandes dimensions des croyances épistémologiques selon Schommer-Aikins (2004). Pour détailler les éléments de ce schéma, nous commencerons par expliquer la première dimension et qui concerne la structure de la connaissance qui peut être interprétée selon deux conceptions, soit elle est perçue comme un ensemble isolé, ou bien comme un ensemble interconnecté, c'est-à-dire que les informations sont reliées entre elles. Pour la deuxième dimension qui est la stabilité de la connaissance et qui signifie que certaines personnes affirment que la connaissance est fixe, donc considérée comme stable et absolue, alors, pour d'autres, cette dernière est évolutive, c'est-à-dire susceptible d'être changée et révisée. La troisième dimension concerne la source de la connaissance, et selon laquelle la connaissance peut être vue comme construite à travers le raisonnement et l'expérience, ou bien transmise par une autorité perçue comme légitime. La quatrième dimension est liée à la vitesse d'apprentissage. Cela veut dire que soit on estime que l'apprentissage est un développement progressif, qui nécessite du temps et des efforts, soit on le perçoit comme un processus rapide, quasi instantané. Enfin, la cinquième dimension touche la capacité d'apprentissage. Celle-ci peut être considérée comme développée par l'expérience, donc susceptible d'évoluer, ou au contraire fixée dès la naissance (Schommer-Aikins, 2004).

Ces différentes conceptions influencent profondément la manière dont les individus abordent l'apprentissage, l'enseignement, et même leur rapport à l'erreur, à l'effort et à la réussite.

Selon Belkacem (2023), les positionnements épistémologiques sont divers, à savoir :

- Positivisme : Dans ce paradigme épistémologique, la neutralité du chercheur est un élément clé, c'est-à-dire le chercheur doit être neutre par rapport à son objectif de l'étude. Ainsi que la réalité est considérée comme unique, objective et indépendante du chercheur, et la connaissance porte sur des faits observables et mesurables (Belkacem ,2023).
- Post-positivisme : Dans ce contexte, l'auteur considère que la connaissance ne peut jamais être totalement certaine, cela veut dire qu'elle est susceptible d'être révisée, et des concepts non observables peuvent être utilisés pour expliquer des phénomènes. Aussi, ceci repose sur une vision critique du positivisme à partir de laquelle l'auteur souligne que l'observation peut être influencée par la perception et l'interprétation du chercheur (Belkacem ,2023).
- Constructivisme : L'auteur met l'accent sur la contextualité de la réalité et la manière avec laquelle elle est construite, il souligne que cette dernière est contextuelle et construite par les interactions sociales, et que le chercheur est impliqué dans le processus de connaissance (Belkacem ,2023).
- Interprétativiste : Sur la base de ce paradigme épistémologique, la connaissance est considérée comme subjective et dépend du contexte, aussi que ce dernier se base sur l'interprétation et la compréhension des phénomènes à travers les perceptions et l'expérience vécue des acteurs. Dans le cadre de ce paradigme, l'auteur souligne que les méthodes qualitatives comme l'analyse des récits et les entretiens sont employées (Belkacem ,2023).

Dans cette continuité de perspective, l'auteur souligne ainsi que le choix méthodologique dépend du paradigme épistémologique retenu, qui oriente la manière dont la connaissance est construite et validée (Belkacem, 2023).

Étant donné que notre étude vise à analyser la manière dont les parties prenantes appréhendent la contribution du BIM au partage des informations et à la production de connaissances, notre positionnement épistémologique s'inscrit dans une perspective interprétativiste. Ce choix se justifie par notre volonté de saisir comment les acteurs clés des projets de construction publics au Québec vivent et intègrent l'usage du BIM pour soutenir ces processus. Nous adoptons ainsi une approche qui reconnaît la

subjectivité et l'intersubjectivité comme dimensions essentielles de la construction du savoir scientifique (Anadón et Savoie-Zajc, 2009).

Selon Anadón et Savoie Zajc (2009), les perspectives interprétativistes permettent de mettre en avant la construction du sens, et ceci à travers les dynamiques selon lesquelles le monde social est vécu, produit, compris et interprété. Ainsi, ce type de perspectives, s'intéresse aux significations que les acteurs donnent à leurs propres expériences et aussi aux différentes lectures qu'ils font à leurs environnements.

Ainsi, ce positionnement interprétativiste est particulièrement pertinent dans le cadre de cette recherche, dans la mesure où l'objectif n'est pas uniquement d'identifier des relations entre variables, mais de comprendre comment les acteurs interprètent, s'approprient et donnent sens à l'utilisation du BIM dans leurs pratiques professionnelles. En effet, le partage d'information et la création de connaissances reposent sur des dynamiques sociales, organisationnelles et cognitives qui varient selon les contextes et les expériences des individus. L'approche interprétativiste permet ainsi d'accéder à ces significations et de mieux saisir les mécanismes sous-jacents à ces processus.

3.3 Population et échantillonnage

L'unité d'analyse de cette recherche correspond aux individus, car l'étude vise à comprendre leurs perceptions, expériences et interprétations du rôle du BIM dans les processus de partage d'informations et de création de connaissances dans les projets de construction publics québécoise.

Dans le cadre de cette étude qualitative exploratoire, un échantillonnage intentionnel a été privilégié car selon Savoie Zajc (2007), cette méthode de sélection est reconnue comme la plus appropriée pour les recherches qualitatives, et elle permet d'identifier des participants possédant une expérience riche et pertinente en lien avec le phénomène étudié. De même, selon cet auteur, cette méthode ne cherche pas la représentativité statistique, mais plutôt la profondeur et la diversité des points de vue.

Dans le contexte spécifique de cette recherche, ce choix s'explique par la nature du phénomène étudié, soit l'utilisation du BIM dans les projets de construction publics québécois, qui implique des acteurs aux rôles variés et des pratiques organisationnelles complexes. Il était donc nécessaire de cibler des participants directement impliqués dans ces dynamiques afin de recueillir des données empiriques riches, contextualisées et ancrées dans l'expérience.

Ainsi, la logique de sélection repose sur la pertinence informationnelle des cas plutôt que sur leur représentativité, en privilégiant des profils capables d’apporter un éclairage approfondi sur les processus de partage d’information et de création de connaissances liés au BIM.

Dans le cadre de notre recherche, le recrutement des participantes et participants s’est basé sur deux canaux principaux. D’une part, certaines personnes ont été identifiées par l’entremise du réseau professionnel de la direction de recherche, de la chercheuse et par effet boule de neige, ce qui a permis de cibler des acteurs expérimentés et directement impliqués dans la mise en œuvre du BIM dans le secteur public québécois. D’autre part, un appel à participation a été diffusé au sein d’un réseau professionnel, permettant à des volontaires intéressés de se manifester spontanément. Cette approche mixte a favorisé la diversité des profils tout en garantissant la pertinence et la crédibilité des expériences recueillies.

La chercheuse adopte une posture externe, n’étant pas employée ni impliquée directement dans les organisations étudiées, cette posture a permis de limiter les biais liés à une implication directe dans le terrain, tout en favorisant une interprétation réflexive des données. Toutefois, elle dispose d’un réseau professionnel lié au domaine du BIM, ce qui lui a permis d’accéder à des participants expérimentés et d’obtenir des entretiens riches et contextualisés. Cette position lui a offert une compréhension approfondie du milieu tout en maintenant une distance critique essentielle à l’analyse interprétative des données.

Les critères de sélection découlent directement des objectifs de la recherche et du contexte spécifique du BIM dans les projets de construction publics québécoise. Ils ont été établis pour garantir la pertinence, la crédibilité et la variété des expériences recueillies, une démarche qui s’aligne avec les principes de la littérature méthodologique en recherche qualitative.

Tableau 3.1 Les critères de sélection des participants.

Critère	Description
Lien avec le BIM	Les participants devaient être directement impliqués dans des projets ou des activités liées au BIM tel que la gouvernance, coordination, conception, gestion ou déploiement stratégique.
Connaissances ou expérience du BIM	Un niveau minimal d’expérience pratique ou stratégique avec le BIM était requis afin d’assurer des échanges riches et contextualisés.

Expérience du partage d'informations et de la collaboration

Les participants devaient avoir une expérience ou une compréhension des pratiques liées au partage d'informations et à la création de connaissances dans les projets de construction utilisant le BIM, y compris dans un rôle de recommandation, d'analyse ou de gouvernance.

Les critères ci-dessus ont permis d'assurer une sélection ciblée et cohérente avec les objectifs de l'étude. Au total, 10 entretiens semi-dirigés ont été menés. Parmi ceux-ci, un entretien a été réalisé conjointement avec deux participants (P6 et P7), en raison de leur disponibilité et ceci a permis de favoriser une discussion croisée entre deux professionnels collaborant au sein d'un même contexte organisationnel, ce qui a permis de faire émerger des points de vue complémentaires sur la coordination et la gestion du BIM, tout en respectant la dynamique naturelle de travail entre les deux interlocuteurs.

Initialement, nous avons visé de réaliser environ 20 entrevues dans l'objectif de couvrir une large variété de profils associés au BIM dans les projets de construction publics québécois. Cependant, étant donné le caractère spécialisé du domaine étudié et la disponibilité des professionnels ciblés, le recrutement s'est arrêté à 10 entretiens, représentant un total de 11 participants. Ce nombre s'est toutefois avéré suffisant, ce qui indique que la collecte avait atteint un niveau de redondance suffisant pour assurer une compréhension approfondie du phénomène. En outre, parmi l'ensemble des entretiens, 9 ont eu lieu en ligne et un en présentiel. La durée des échanges variait entre 27 minutes et 1 h 20, selon la disponibilité des participants et la richesse des discussions.

La saturation des données a été atteinte progressivement au fil de la collecte et de l'analyse des entretiens. Après le huitième entretien, les propos recueillis ont commencé à présenter des régularités importantes et peu de nouveaux thèmes émergents. Les deux dernières entrevues ont principalement permis de confirmer et d'approfondir les catégories déjà identifiées, sans apporter de dimensions conceptuelles nouvelles. Ce constat d'une redondance des informations, combiné à la diversité des profils des participantes et participants, indique que la saturation empirique a été atteinte.

Cette démarche s'inscrit dans les principes de la recherche qualitative, où la saturation correspond au moment à partir duquel la collecte de nouvelles données n'apporte plus d'éléments nouveaux à la compréhension du phénomène étudié. À cet égard, Sawadogo (2021) définit la saturation comme le point où les données supplémentaires n'enrichissent plus l'analyse, ce qui suppose une démarche progressive articulant étroitement la collecte et l'analyse des données.

Par ailleurs, la littérature souligne que la richesse des résultats en recherche qualitative ne repose pas uniquement sur le nombre de participants, mais également sur la diversité, la profondeur et la pertinence des données recueillies. Comme le mettent en évidence St-Cyr Tribble et Saintonge (1999), l'analyse qualitative vise à faire émerger à la fois des régularités et des particularités à partir des discours, ce qui implique une attention portée à la variété des points de vue et des expériences.

Ainsi, à la lumière de ces travaux, la saturation ne peut être envisagée comme une simple répétition des données, mais plutôt comme un processus analytique dynamique qui repose sur une analyse continue et une sélection réfléchie des participants et des contextes d'enquête. Elle renvoie à un équilibre entre la diversité des informations recueillies et la capacité du chercheur à en dégager une compréhension cohérente du phénomène étudié.

Dans cette recherche, la diversité des profils interrogés, combinée à la répétition des thèmes et à l'absence de nouvelles dimensions analytiques, permet ainsi de considérer que le niveau de saturation atteint est suffisant au regard des objectifs exploratoires de l'étude et de la complexité du phénomène étudié.

3.4 Collecte des données

Pour collecter les données de cette étude, nous avons opté pour des entretiens semi-dirigés réalisés auprès de professionnelles et professionnels impliqués dans des projets de construction intégrant le BIM et possédant une expérience concrète du partage d'informations. Ce type d'entretien a été retenu, car il constitue une méthode particulièrement pertinente pour explorer en profondeur les expériences, les perceptions et les interprétations des participantes et participants. En effet, les entretiens semi-dirigés sont largement reconnus comme permettant d'accéder à des perspectives riches, contextualisées et nuancées (Junnier, 2024 ; Liu et al., 2025). Ils offrent un cadre flexible qui soutient l'exploration d'idées émergentes tout en maintenant une structure qui permet d'assurer la cohérence de l'entretien (Liu et al., 2025).

Junnier (2024) souligne que ce format d'entretien est particulièrement utile pour obtenir des perspectives internes et pour favoriser la production de discours détaillés, dépassant les réponses superficielles souvent associées aux approches plus structurées. De même, Buys et al. (2022) mettent en évidence que les entretiens semi-dirigés permettent d'adopter un style conversationnel souple, essentiel pour créer un climat de confiance et encourager l'expression authentique des participantes et participants.

Dans la même logique, Brown et Danaher (2017) expliquent que les entretiens semi-dirigés facilitent des échanges dialogiques authentiques en combinant des questions préétablies avec la possibilité de développer spontanément de nouvelles pistes de discussion. Selon ces auteurs, cette approche favorise l'émergence d'éléments significatifs qui ne pourraient surgir dans des formats d'entretien plus rigides.

Ainsi, le recours à des entretiens semi-dirigés s'est avéré particulièrement approprié pour cette étude, puisqu'il permet de comprendre en profondeur les pratiques de collaboration et de partage d'information dans les projets BIM, tout en laissant à chaque participant une liberté d'expression propice à la révélation d'éléments inattendus et significatifs.

Le guide d'entretien a été conçu à partir des objectifs de recherche et du cadre conceptuel, conformément aux recommandations méthodologiques qui soulignent l'importance d'un alignement explicite entre questions d'entretien et questions de recherche (Castillo-Montoya, 2016 ; Shoozan et Mohamad, 2024). Cet alignement permet de s'assurer que chaque question contribue effectivement à la production de données pertinentes et nécessaires à l'étude, tout en réduisant les risques de lacunes dans la collecte.

Comme l'étude s'adressait à deux types de professionnelles et professionnels, deux guides d'entrevue ont été élaborés : l'un destiné à des donneurs d'ouvrage ayant une expérience directe dans l'exécution quotidienne des projets de construction publics, et l'autre destiné à des professionnels issus d'organisations ayant de l'expérience dans la gouvernance et le déploiement du BIM dans les projets de construction publics. Il s'agit des mêmes questions, visant les mêmes objectifs, mais reformulées afin d'être adaptées au profil de chaque groupe. Cette adaptation est conforme aux bonnes pratiques, qui recommandent d'exprimer les questions dans un langage accessible et contextualisé pour les participants, afin de favoriser la compréhension, la fluidité de l'entretien et la qualité des données (Castillo-Montoya, 2016 ; Kallio et al., 2016).

Le guide comportait des questions ouvertes et semi-ouvertes, un choix soutenu par la littérature méthodologique puisque ce type de formulation favorise la spontanéité, l'expression d'expériences personnelles ainsi que la production de données riches et nuancées (Kallio et al., 2016 ; Shoozan et Mohamad, 2024).

La décision d'adapter la formulation des questions selon les profils professionnels visait à encourager les participantes et participants à partager librement leurs expériences et points de vue sur la collaboration, la circulation de l'information et la création de connaissances dans les projets publics en contexte BIM.

Enfin, l'utilisation d'une trame commune à l'ensemble des entrevues, tout en laissant une marge de flexibilité conversationnelle, s'inscrit dans les principes de rigueur et de cohérence attendus dans les recherches qualitatives utilisant des guides semi-structurés (Kallio et al., 2016 ; Shoozan et Mohamad, 2024).

Avant chaque entretien, un consentement libre et éclairé a été obtenu auprès des participantes et participants, conformément aux principes éthiques en recherche qualitative (Degu et Yigzaw, 2006 ; Ezin, 2024 ; J. W. Creswell et J. D. Creswell, 2018). Les personnes participantes ont été informées des objectifs de la recherche, des méthodes employées, de l'utilisation des données recueillies et de leur droit de se retirer à tout moment sans conséquence.

Sur le plan éthique, cette étude a reçu l'approbation du Comité d'éthique de la recherche avec les êtres humains de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Une autorisation d'enregistrement audio a été demandée afin d'assurer la fidélité des transcriptions et la rigueur analytique du traitement des données. Les enregistrements ont ensuite été anonymisés : les noms ont été remplacés par des codes (P1 à P11) afin de préserver la confidentialité et la protection de l'identité des répondants. L'ensemble des données est conservé de manière sécurisée et accessible uniquement à la chercheuse et à la direction de recherche.

3.5 Préparation et analyse des données

L'analyse des données recueillies repose sur une approche thématique, inspirée des travaux de McMillan (2009). Cette méthode permet d'identifier les schémas récurrents, les significations et les structures de sens dans les propos des participantes et participants, sans imposer de catégories préétablies. Elle favorise une compréhension en profondeur des perceptions, expériences et interprétations exprimées lors des entretiens.

Toutes les entrevues ont été transcrites mot à mot, conformément aux recommandations de McMillan (2009), afin d'éviter toute perte d'information significative. Les transcriptions ont été revérifiées à plusieurs reprises pour garantir leur exactitude et enrichies par les notes d'observation consignées pendant les entretiens, ce qui a permis d'assurer une meilleure contextualisation des propos recueillis. Cette phase de préparation a permis à la chercheuse de se familiariser avec le contenu et d'amorcer un premier niveau d'analyse réflexive.

De même, le processus d'analyse s'inscrit dans une démarche itérative et circulaire, caractérisée par des allers-retours constants entre les données empiriques, le codage et l'interprétation. Cette dynamique

permet d'affiner progressivement les catégories analytiques et de renforcer la profondeur de l'analyse (St-Cyr Tribble et Saintonge, 1999).

3.5.1 Codage initial et identification des thèmes

Une lecture attentive et itérative des transcriptions a permis d'identifier les idées essentielles et les unités de sens. Un codage inductif a ensuite été effectué, conformément à l'approche préconisée par McMillan (2009), en attribuant des mots-clés descriptifs (codes) aux segments de texte jugés pertinents. Ces codes ont été ajustés et affinés progressivement, à mesure que de nouvelles significations émergeaient de l'analyse.

Les codes ont été progressivement révisés et réorganisés au fur et à mesure des lectures successives, afin de saisir plus finement les nuances émergentes dans les propos des participants. Ainsi, ce processus itératif a permis de regrouper les codes en catégories plus larges lorsque des similarités conceptuelles étaient identifiées, tout en supprimant les codes isolés ou redondants.

Pour faciliter et structurer le processus, le logiciel NVivo a été utilisé. Cet outil, spécifiquement conçu pour l'analyse qualitative, a permis de coder les données de manière rigoureuse, de gérer efficacement le corpus d'entretiens et de visualiser les relations entre les thèmes émergents, chose qui a renforcé la cohérence et la transparence analytique (J. W. Creswell et J. D. Creswell, 2018).

3.5.2 Comparaison constante et regroupement des codes

Une analyse comparative constante a ensuite été menée, conformément à la démarche qualitative proposée par McMillan (2009). Les données ont été confrontées entre elles afin de repérer les convergences, divergences et nuances entre les propos des participantes et participants. Les codes similaires ou complémentaires ont été regroupés en catégories thématiques, tout en tenant compte des différences dans les expériences rapportées. L'analyse a été poursuivie jusqu'à ce qu'aucun nouveau code significatif n'émerge des données, indiquant l'atteinte d'une saturation thématique suffisante.

3.5.3 Organisation et structuration des catégories

Les catégories issues du codage ont été organisées en thèmes conceptuels, en lien direct avec la problématique et le cadre conceptuel de la recherche. Cette structuration a permis de dégager une organisation thématique cohérente, offrant une vision synthétique des relations entre les dimensions conceptuelles et empiriques.

Bien que le codage ait été réalisé de manière inductive, la structuration finale des catégories a également mobilisé des éléments issus du cadre conceptuel. Cette étape, qui relève d'un raisonnement déductif, a permis de mettre en perspective les données empiriques avec les concepts du *Sensemaking* et du modèle SECI, conformément à l'idée qu'une démarche qualitative comporte nécessairement des allers-retours entre induction et déduction (Anadón et Guillemette, 2007).

Les axes d'analyse issus de ce regroupement seront présentés et détaillés au chapitre suivant, dans la section consacrée à l'interprétation des résultats.

3.5.4 Validation et fiabilité de l'analyse

Afin de renforcer la rigueur scientifique de cette recherche qualitative, l'analyse s'appuie sur les critères de scientificité proposés par Lincoln et Guba (2005, cité dans Careau et Vallée, 2014), soit la crédibilité, la transférabilité, la fiabilité et la confirmabilité, largement reconnus en recherche qualitative (Careau et Vallée, 2014 ; Proulx, 2019).

- Crédibilité

La crédibilité repose sur l'adéquation entre les données recueillies et leur interprétation. Elle a été renforcée par la triangulation des sources, la validation par les participants (*member checking*) ainsi que la discussion régulière des résultats avec la direction de recherche. Ces stratégies permettent d'assurer que les interprétations reflètent fidèlement les expériences des participants et contribuent à la cohérence globale de l'étude (Careau et Vallée, 2014).

- Transférabilité

La transférabilité a été favorisée par une description détaillée du contexte de recherche, des profils des participants et des situations étudiées. En recherche qualitative, ce sont ces descriptions riches qui permettent au lecteur d'évaluer la possibilité de transposer les résultats à d'autres contextes (Careau et Vallée, 2014). Toutefois, comme le souligne Proulx (2019), les résultats demeurent intrinsèquement liés à leur contexte d'émergence, ce qui implique une transférabilité limitée et contextualisée.

- Fiabilité (imputabilité procédurale)

La fiabilité a été assurée par la documentation systématique du processus de recherche, notamment à travers l'utilisation du logiciel NVivo, la traçabilité des décisions analytiques et la tenue d'un journal de bord. Cette démarche permet de rendre explicites les étapes du codage et de garantir la cohérence du processus d'analyse, contribuant ainsi à la rigueur méthodologique (Careau et Vallée, 2014).

- Confirmabilité et réflexivité

Enfin, la confirmabilité repose sur la transparence du processus et la réflexivité du chercheur. Un journal réflexif a été tenu afin d'identifier les présupposés, les biais potentiels et leur influence sur l'analyse. Dans une perspective qualitative, la subjectivité du chercheur est reconnue comme une composante inhérente au processus de production des connaissances, nécessitant une explicitation et une mise en dialogue constante avec les données (Proulx, 2019).

3.5.5 Interprétation et présentation des résultats

L'interprétation a consisté à mettre en relation les thèmes émergents avec les concepts du cadre conceptuel, afin d'analyser la manière dont le BIM influence le partage d'informations, la collaboration inter-organisationnelle et la création de connaissances dans les projets publics.

Cette phase d'interprétation inclut également un moment déductif, dans la mesure où les thèmes émergents ont été mis en dialogue avec les cadres théoriques mobilisés. Cette étape s'inscrit dans l'idée que toute analyse qualitative comporte inévitablement des passages entre induction et déduction, l'induction guidant l'émergence des catégories et la déduction permettant leur mise en relation avec la théorie (Anadón et Guillemette, 2007).

Les résultats sont présentés au chapitre suivant sous forme de catégories analytiques illustrées par des extraits d'entretiens, permettant d'ancrer l'analyse dans les propos des participants et de dégager à la fois les régularités et les particularités contextuelles.

CHAPITRE 4

PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

Ce chapitre présente les résultats de l'analyse menée à partir de dix entrevues semi-dirigées avec des acteurs du secteur de la construction publique québécois, notamment des architectes, ingénieurs, gestionnaires BIM et représentants institutionnels. S'inscrivant dans une approche interprétativiste et qualitative, l'étude vise à comprendre le sens que ces acteurs attribuent à l'usage du BIM et aux effets de celui-ci sur leurs pratiques collaboratives.

L'analyse des données s'est appuyée sur une analyse thématique inductive, inspirée des travaux de McMillan (2009). Les codes et thèmes ont émergé progressivement des verbatims, sans catégories préétablies, afin de refléter fidèlement les perceptions, expériences et interprétations des participantes et participants. Bien que l'analyse thématique ait été menée de manière inductive, certains moments déductifs sont également intervenus lors de la mise en relation des thèmes avec les concepts du cadre théorique, conformément à la nature itérative et hybride de l'analyse qualitative (Anadón et Guillemette, 2007).

Cette démarche a permis de dégager deux axes principaux :

- L'impact du BIM sur le partage d'informations, mettant en évidence la transformation des pratiques de communication, de coordination et de gouvernance ;
- Le partage d'informations comme moteur de création de connaissances, illustrant les apprentissages, les transferts de savoirs et la co-construction cognitive au sein des équipes.

Les propos des participants, présentés sous forme de verbatims anonymisés, témoignent de la diversité des points de vue et des contextes d'intervention. Cette pluralité contribue à une compréhension systémique du BIM en tant que processus sociotechnique, à la fois outil de centralisation de l'information et catalyseur d'une nouvelle culture collaborative dans le secteur de la construction publique au Québec.

4.1 Présentation des participants

Les profils des participants étaient variés, représentant à la fois des acteurs du secteur public, des sociétés parapubliques et des entreprises partenaires privées œuvrant dans la construction publique. Afin de préserver la confidentialité et d'assurer le respect des normes éthiques, les participants sont identifiés sous des codes anonymes (P1 à P11) et présentés dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 Caractéristiques des participantes et participants aux entretiens

Code	Fonction principale	Expérience BIM	Mode	Durée
P1	Cadre (Normes et standards)	15 ans	En ligne	1h20
P2	Architecte	6 ans	En ligne	38min
P3	Cadre responsable BIM	12 ans	En ligne	27 min
P4	Cadre responsable BIM	10 ans	En ligne	30min
P5	Cadre stratégique BIM	15 ans	Présentiel	27min
P6 et P7 (entretien conjoint)	Gestionnaire et coordonnatrice BIM	7 à 8 ans	En ligne	1h05
P8	Ingénieur structure	8 ans	En ligne	37min
P9	Architecte et Coordonnatrice BIM	4 ans	En ligne	32min
P10	Gestionnaire de projet BIM- Professeur universitaire	4 ans	En ligne	1h03
P11	Ingénieure - Professeur universitaire	5 ans	En ligne	38min

Tel que déjà mentionné dans l'introduction de ce chapitre, les personnes interrogées proviennent de milieux professionnels divers. Par ailleurs quelques-uns ont également participé, à titre d'expert conseils, à la définition de cadres méthodologiques ou de *feuilles de route* institutionnelles pour le déploiement du BIM au Québec. Or, cette diversification de rôles et responsables était grandement bénéfiques pour notre étude car cela a donné une vraie richesse de perspectives, allant de la vision stratégique de la transformation organisationnelle à la réalité opérationnelle du travail collaboratif sur les chantiers.

Ainsi, l'expérience des participants se situe entre quatre à quinze ans d'expérience dans le domaine de la construction, dont plusieurs années consacrées à la mise en œuvre ou à la coordination de projets qui adoptent le BIM, ce qui montre que ces expériences sont entièrement élevées et variées.

L'importance des profils des participants ne réside pas uniquement dans le grand nombre d'années d'expérience, mais certains entre eux, ont participé dans l'introduction du BIM dans l'organisation publique à grande échelle, notamment à travers la fusion d'unités techniques ou la création de cellules spécialisées en innovation numérique. D'autres, comme le Participant 7 ou le Participant 9, proviennent du milieu privé et témoignent d'un usage du BIM dans des entreprises d'ingénierie et de fabrication, où les impératifs de productivité et de standardisation ont accéléré son adoption. De ce fait, plusieurs participants, notamment ceux issus d'organisations parapubliques, occupent aujourd'hui des rôles de pilotage ou de diffusion des bonnes pratiques, contribuant à l'élaboration de référentiels internes, à la formation des équipes et à la supervision de projets pilotes visant à consolider les processus collaboratifs.

En somme, le profil des participants témoigne d'une expertise collective significative et d'une implication directe dans les projets publics de construction.

4.2 Présentation des résultats

Cette partie expose les principaux résultats empiriques de l'analyse des 10 entrevues et qui montrent que le BIM n'est pas seulement un outil technologique, mais un dispositif sociotechnique qui induit des changements dans les pratiques professionnelles, les modes de coordination et les mécanismes de partage d'information. Par conséquent, les résultats indiquent que si le BIM offre de nouvelles opportunités de collaboration et de gouvernance informationnelle, son adoption reste dépendante de facteurs humains, organisationnels, techniques et institutionnels.

Afin de rendre compte de ces dynamiques, la présentation des résultats a été structurée en plusieurs axes thématiques qui permettent d'examiner successivement la transformation du partage d'informations, les processus de création et de capitalisation des connaissances, ainsi que les enjeux liés à l'apprentissage organisationnel et aux pratiques collaboratives qui émergent autour du BIM.

4.2.1 Axe 1 : Analyse socio organisationnelle du partage d'informations et BIM

Dans ce premier axe de notre chapitre résultat, nous soulignons l'émergence de plusieurs résultats empiriques qui montrent que le BIM agit comme un levier de transformation du processus de partage

d'information au sein des projets de construction. Les participants indiquent que le BIM constitue une réponse à la fragmentation de l'information. Cette fragmentation est explicitement décrite par les acteurs de terrain. Comme l'exprime la participante 11 (P11) :

« Il y a des projets que chaque partie prenante utilise sa propre plateforme numérique et ça crée des déconnexions et blocages de partage d'informations » (Participante P11)

Cet extrait illustre concrètement que la fragmentation informationnelle découle de l'utilisation hétérogène des outils numériques par les différentes parties prenantes.

Dans ce contexte, le BIM est perçu comme une solution permettant de centraliser les données dans un environnement commun (CDE), réduisant ainsi la dispersion des échanges entre les acteurs. Cette transformation est également confirmée par d'autres participants. Comme le souligne le participant 1 (P1) :

« Ce qu'on voit de plus en plus, c'est le fameux environnement de données commun qui est utilisé de plus en plus. C'est de plus en plus facile de partager la donnée de façon temps réel. » (Participant P1)

Ce témoignage met en évidence le rôle du CDE comme espace centralisé facilitant un partage plus fluide et continu de l'information.

Toutefois, les données montrent que cette centralisation ne se met pas en place de manière uniforme et qu'elle peut dépendre de mécanismes externes. En effet, certains participants soulignent que l'utilisation d'une plateforme commune est parfois imposée par des cadres contractuels ou institutionnels. Comme l'indique la participante 11 (P11) :

« [...] tout le monde a décidé d'utiliser la même plateforme [...] c'était basé sur le modèle contractuel [...] le gouvernement [...] obligeait tous les parties prenantes » (Participante P11)

Cet extrait met en évidence que la centralisation du partage d'information ne repose pas uniquement sur des dynamiques spontanées de collaboration, mais peut également être contrainte par des exigences organisationnelles ou réglementaires.

Ainsi, ces constats soulignent que l'impact du BIM est à la fois prometteur et conditionné. Autrement dit, la technologie seule ne garantit pas une collaboration fluide sans évolution des pratiques, des cultures

professionnelles et des cadres de gestion. Les participants décrivent ainsi le BIM comme un dispositif de convergence, à la fois technique et relationnel.

4.2.1.1 Le BIM comme solution technique à la fragmentation

L'un des constats majeurs exprimés par les participants concerne la capacité du BIM à centraliser l'information et à réduire la dispersion communicationnelle entre les différentes parties prenantes des projets de construction. Car dans leurs récits, cette centralisation est perçue non seulement comme un gain d'efficacité, mais également comme une transformation structurelle du rapport à l'information et elle redéfinit où, comment et à quel moment les acteurs accèdent aux données du projet.

Dans un premier temps, le cadre des normes BIM (P1), exprime que le passage à un CDE marque une étape importante dans la manière dont les projets sont documentés et gérés et cette évolution du partage d'information est considérée comme une rupture avec la logique d'échanges discontinus et d'informations éclatées :

« Ce qu'on voit de plus en plus, c'est le fameux environnement de données commun qui est utilisé de plus en plus. C'est de plus en plus facile de partager la donnée de façon temps réel. Donc, c'est ça qui est clé. [...] Maintenant, idéalement, les documents sur lesquels on travaille sont partagés de façon plus fréquente. Ils sont toujours mis à jour dans l'environnement de données communs qui est la source de vérité du projet. » (Participant P1)

Nous pouvons interpréter l'expression « source de vérité » selon le P1 comme le fait que le CDE, au cœur de l'écosystème BIM, devient un espace fiable et centralisé où chacun peut consulter la même version de l'information. Pareillement, cette idée de « source de vérité » reflète la recherche d'un socle informationnel partagé, qui permet de réduire les écarts d'interprétation et les erreurs liées à la multiplication des supports. Donc, le modèle BIM, dans cette perspective, devient un lieu d'unification symbolique et pratique, qui met fin à la dispersion communicationnelle des pratiques passées.

Cette transformation du partage d'information ne repose toutefois pas uniquement sur les capacités techniques du BIM, mais s'inscrit également dans un cadre institutionnel plus large. Comme le souligne la P11 :

« J'ai vu le changement [...] la loi [...] a vraiment créé un changement dans le partage d'informations [...] la fréquence, la modalité » (Participante P11)

Cet extrait met en évidence le rôle structurant des politiques publiques dans l'évolution des pratiques, en montrant que la généralisation du partage d'information est également soutenue par des mécanismes réglementaires.

De plus, le P1 oppose explicitement cette nouvelle logique à celle des échanges traditionnels, qu'il décrit comme désordonnés, partiels et souvent générateurs de conflits :

« Quand je travaillais, il y a une dizaine d'années, j'étais dans un bureau d'architecte. Puis on s'envoyait des courriels peut-être une ou deux fois par semaine avec où on était rendus dans nos plans. Après ça, on évolue trois jours, quatre jours, cinq jours, chacun en silo et il pouvait y avoir des surprises qu'on oubliait. On était partis dans des chemins différents et on se pointait du doigt, on disait que c'était la faute de l'autre. » (Participant P1)

Les participants décrivent une communication séquentielle et cloisonnée, dans laquelle chaque acteur avançait de manière isolée, avec des échanges espacés et peu synchronisés. Cela suggère que l'absence d'un espace partagé de coordination entraîne des divergences d'interprétation, ainsi que des tensions interprofessionnelles liées au manque de visibilité sur l'avancement des autres acteurs. De plus, « les surprises » soulignées par P1, nous montre que l'incertitude qui est liée à l'absence d'un suivi partagé et le flux d'information discontinu entraînait des tensions interprofessionnelles et des malentendus. Dans ce contexte, P1 indique que le BIM agit comme un antidote à la fragmentation, dans la mesure où il permet de travailler dans un environnement de données commun et actualisé. Ce mécanisme de centralisation et de mise à jour continue réduit les écarts d'information entre les acteurs et limite ainsi les points de friction liés aux divergences de versions ou aux retards de communication.

Cette perception est partagée par d'autres participants, qui associent la centralisation du BIM à un changement profond de culture numérique. Parmi ceux, le cadre responsable BIM, (P3), qui explique que l'adoption du BIM a d'abord suscité de la méfiance, avant d'être progressivement intégrée dans les pratiques :

« Au début, il y avait beaucoup, beaucoup de réticences et beaucoup de craintes par rapport au partage d'informations parce que les modèles 3D n'étaient pas à jour [...] Les gens n'aimaient mieux pas le partager. Plus ça avance, plus les gens sont ouverts à partager le modèle. » (Participant P3)

Son témoignage illustre qu'au début le partage d'information est perçu comme un risque, par la suite il devient progressivement une habitude collective, chose qui montre une évolution progressive de la confiance. En outre, dans le même angle, pour que cette confiance s'installe, les acteurs doivent justement résoudre le problème des données « pas à jour ». De ce fait, ils apprennent ainsi à distinguer la donnée temporaire de la donnée fiable, à identifier les moments pertinents pour la mise à jour, et à reconnaître la valeur du modèle comme support commun. Ainsi, le processus de centralisation ne se réduit donc pas à une fonction technique, mais correspond à un apprentissage collectif de la transparence.

Pour ancrer cette idée qui révèle que le BIM renforce la coordination entre les disciplines et permet d'assurer un suivi en continu de l'évolution des modèles, nous citons la perspective de P3 :

« Quand on parle de statut, on va dire : est-ce que le dessin est parti à l'approbation ? Est-ce qu'il est revenu ? Est-ce qu'il est parti en fabrication ? Il est-il érigé ? Il est où dans sa chaîne de production ? [...] On est mieux capable de coordonner les modèles 3D aujourd'hui. »
(Participant P3)

Dans cette description, le partage devient un flux d'informations intégré qui relie toutes les étapes du cycle de vie du projet de la conception à la fabrication, donc il s'agit d'une sorte de traçabilité. Ainsi, grâce à ce fil continu, les acteurs peuvent visualiser l'état d'avancement, d'anticiper les dépendances et de réagir plus rapidement aux modifications. Autrement dit, le BIM transforme la gestion documentaire en écosystème de suivi dynamique, Il n'est plus qu'un simple échange de fichiers.

L'architecte responsable BIM- Professeur universitaire (P11), de son côté, adopte une perspective plus stratégique sur cette transformation, elle perçoit le BIM comme un outil de structuration systémique du partage et de la mémoire de projet :

« Pour moi, comme une personne qui est responsable de la gestion de projet, je vais toujours voir une banque de données numériques pour chaque projet. Donc, une documentation, gestion des informations. Donc, d'après moi, le BIM peut créer un écosystème de gestion d'informations et création de connaissances additionnelles pour chaque projet majeur. [...] BIM va créer un écosystème numérique que tout le monde peut travailler pour utiliser ensemble pour régler le problème dans la façon dont on a besoin de la collaboration. »
(Participante P11)

Le terme qu'elle emploie « écosystème numérique » traduit une vraie vision organique et évolutive du partage d'informations. Car dans son expérience, le BIM n'est pas un simple logiciel ou à un espace de

stockage, mais devient un environnement où les acteurs interagissent, s'ajustent et coproduisent de la valeur, donc un environnement qui est vivant. De ce fait, ce qu'elle met en avant, c'est la cohérence systémique, ce qui explique que la donnée n'est pas isolée mais plutôt elle fait partie d'un ensemble interconnecté qui favorise la compréhension mutuelle. De même, le fait que P11 aborde le terme « écosystème » rejoint la perception partagée par d'autres participants comme le P3, selon laquelle le BIM permet de relier les parties prenantes dans la même temporalité, autrement dit, cet outil permet à tout le monde d'agir à partir du même état d'information, donc le partage d'informations ne consiste plus à transmettre, mais à accéder simultanément à un contenu commun.

Le participant 3 évoque implicitement cette dimension lorsqu'il explique que « plus ça avance, plus les gens sont ouverts à partager le modèle » (Participant P3), illustrant l'évolution des pratiques vers une plus grande ouverture. De même, la transparence devient une condition d'efficacité et surtout un enjeu de responsabilité collective, comme l'indique P1, qui insiste sur le fait que les documents doivent être « toujours mis à jour dans l'environnement de données communs qui est la source de vérité du projet » (Participant P1). »

Pour sa part, la P11 met l'accent sur cet aspect de responsabilité collective :

« Tout le monde peut travailler pour utiliser ensemble, pour régler le problème dans la façon dont on a besoin de la collaboration. » (Participant P11)

Par ailleurs, quand elle insiste sur le terme « ensemble » révèle une expérience du BIM comme dispositif de coprésence numérique dans lequel les acteurs sont connectés non pas seulement par leurs rôles, mais par un espace commun de résolution de problèmes. De plus pour plusieurs répondants, cette centralisation transforme également la temporalité du travail dont le BIM introduit une temporalité continue, où la mise à jour et la consultation deviennent quasi simultanées. Alors qu'auparavant les échangeaient suivaient des cycles longs allant d'envois de courriels puis des validations successives.

Notons également que le P1 évoque cette idée à travers l'expression :« de plus en plus facile de partager la donnée en temps réel » (P1). Donc, cette « instantanéité relative » du partage permet aux acteurs de travailler dans une logique de synchronisation permanente, ce qui aide à réduire l'écart entre production et communication.

Cependant, sur la base des propos des participants nous déduisons que pour que le BIM fonctionne correctement, tout le monde doit concrètement être impliqué dans la mise à jour en temps réel de

l'information, dans la documentation et la traçabilité. Autrement dit, la fluidité du partage repose sur une rigueur organisationnelle que tous doivent apprendre à maîtriser. Par ailleurs, ce que ces récits mettent en lumière, c'est que la centralisation n'est pas seulement un fait technologique, mais un nouvel équilibre relationnel entre autonomie et interconnexion, entre rapidité d'échange et rigueur dans la gestion des informations. Pour les acteurs, le BIM représente ainsi une promesse de cohérence, donc la possibilité de « travailler ensemble dans la même vérité », mais aussi une discipline nouvelle, fondée sur la responsabilité, la mise à jour continue et la transparence des contributions

4.2.1.2 Vers une culture de collaboration et de transparence

Dans cette continuité sur les bénéfices du BIM, dans cette partie, nous interprétons les propos des personnes interviewées qui soulignent comment le BIM transforme les pratiques de gestion.

Comme le souligne le participant 5 (P5), cadre stratégique du BIM, « le BIM vient démocratiser la gestion d'un projet » (P5), car selon lui cet outil permet à chaque intervenant qu'il soit concepteur, entrepreneur ou gestionnaire de consulter, comprendre et contribuer au même référentiel numérique. De ce fait le BIM ne transforme pas seulement les outils de communication, mais également les pratiques managériales et les relations entre acteurs, et ceci grâce à sa capacité à centraliser l'information, à la rendre accessible à tous et à favoriser une culture de confiance et de responsabilité partagée. Parallèlement, cette accessibilité déployée traduit un glissement vers une gouvernance plus ouverte et collaborative.

Cette dynamique est également appuyée par les propos du participant 8 (P8), qui affirme que « toute l'information passera parce qu'elle sera en permanence partout » (P8), ce qui met en évidence le rôle du BIM dans la diffusion continue et élargie de l'information entre les parties prenantes, ce qui renforce la transparence et la fluidité des échanges. De plus, le même participant souligne que « l'outil servait après au client final [...] il restait sur le même outil »(P8), ce qui illustre la continuité informationnelle permise par le BIM tout au long du cycle de vie du projet, favorisant une meilleure coordination entre les acteurs et une transmission plus efficace des connaissances.

Toutefois, cette transformation dépend de l'engagement des utilisateurs, puisque la valeur de cet environnement partagé repose sur la qualité et la mise à jour continue des données, comme le souligne le P5 :

« Oui, le BIM, c'est un outil de communication, le BIM ça permet aux gens de travailler

ensemble sur le même projet [...]. Il faut le voir comme un élément de l'ensemble de cette approche collaborative. » (Participant P5)

En se basant sur ces propos, nous comprenons clairement que le BIM en tant que technologie elle-même devient un support de communication et de coordination qui favorise la coopération interdisciplinaire et la transparence organisationnelle, chose qui illustre une évolution du BIM vers un modèle de gestion participatif.

4.2.1.3 Transformation des pratiques et nouvelles dynamiques collaboratives

Au-delà de sa dimension technique, le BIM transforme les pratiques de travail et redéfinit les dynamiques de collaboration entre les acteurs d'un projet.

Pour enrichir empiriquement ce constat, nous nous basons premièrement sur la citation de l'architecte-coordonnatrice BIM (P9), et selon cette dernière le BIM « oblige [les professionnels] sur beaucoup d'aspects » (P9), notamment parce qu'il « force la coordination » (P9) entre disciplines à travers des procédures telles que la *clash detection*¹, qui visent à anticiper et corriger les erreurs avant la construction. Comme elle le souligne en répondant à la question si le BIM permet de renforcer la collaboration entre les parties prenantes des projets de construction publics :

« Assurément. En fait entre les professionnels, [le BIM] l'oblige sur beaucoup d'aspects. Je pense que c'est une bonne chose. C'est pour le bien commun, au final, parce qu'il y a beaucoup de choses dont la coordination, par exemple, est forcée, ou si on parle de *clash détection* ou de procédures comme ça, qui réduisent au final les risques d'erreur dans la réalisation du projet par la suite. Donc, assurément, oui, ça renforce la collaboration. » (Participante P9)

Conformément à cette citation, nous distinguons que le BIM peut agir également comme un cadre organisationnel qui force et, en même temps, structure la coopération interdisciplinaire. Plus précisément, le fait que la P9 emploie les deux termes « oblige » et « force la coordination », signale un changement de paradigme et nous montre que le BIM devient un moteur qui organise le projet et il impose un ensemble

¹ La détection des conflits ou *clash detection*, est un processus réalisé à l'aide de la modélisation des informations du bâtiment (BIM), qui permet d'identifier les interférences ou collisions entre les éléments d'un projet de construction avant la phase de chantier. Ces « clashes » surviennent lorsque des composants par exemple des canalisations, murs ou câbles occupent le même espace dans la maquette numérique (Akhmetzhanova et al., 2022)

de procédures, telles que la *clash detection*, qui ne sont pas de simples suggestions, mais des mécanismes de contrôle obligatoires.

Ainsi que, ce qui a attiré notre attention dans cet extrait que loin d'être un problème, cette « coordination forcée » est vue par la participante comme « une bonne chose » pour le projet, puisque cela oblige à vérifier les conflits avant le chantier, et force les différentes équipes à communiquer. Par conséquent, leur collaboration est mieux structurée et ils doivent résoudre les problèmes en amont, et non les découvrir sur le chantier. Finalement, cette technologie change l'organisation du travail et aide les acteurs à mieux s'aligner pour réduire les risques d'erreur.

A cela s'ajoute l'observation de l'architecte (P2) qui souligne en particulier que la représentation 3D constitue un support de compréhension partagé, et elle met en lumière le rôle du BIM comme outil de médiation visuelle et cognitive, en déclarant :

« Assurément. Assurément. Je veux dire, le fait de pouvoir, tout le monde ne voit pas en 3D, des couches sur un plan 2D. Ce n'est vraiment pas si évident que ça à voir. » (Participante P2)

Cette citation nous donne une nouvelle vision sur la modélisation 3D, sur le fait que cette dernière donne une valeur ajoutée et rend le bâtiment intelligible pour tous. De même, la possibilité de visualiser, manipuler et annoter la maquette crée un espace de référence commun où les membres du projet peuvent se situer et se comprendre. Encore, la visualisation partagée agit comme un langage transversal qui favorise la communication, réduit les ambiguïtés et soutient la coordination interdisciplinaire. Le BIM se présente alors comme un médiateur cognitif, qui contribue à la co-construction des solutions techniques et à la circulation continue de l'information au sein de l'équipe de projet.

4.2.1.4 Les barrières organisationnelles, humaines et techniques

Tel que mentionné au début de cette section, malgré le potentiel du BIM dans la collaboration, la coordination, la transparence, la centralisation et la gestion des informations, cet outil fait face à plusieurs barrières à savoir organisationnelles, humaines et techniques qui conditionnent son utilisation dans les projets de construction. Dans les lignes qui viennent, nous commençons par examiner les barrières organisationnelles et humaines, puis nous abordons les barrières techniques.

4.2.1.4.1 Barrières organisationnelles et humaines

La majorité des participants insistent sur un constat récurrent, le principal frein n'est pas uniquement technologique, mais humain et organisationnel. Dans une perspective interprétativiste, ces « freins » ne sont pas des faits objectifs, mais des constructions sociales qui émergent des perceptions et du sens que les acteurs attribuent à leur expérience. L'analyse qui suit vise à déconstruire ces perceptions.

Au premier abord, nous mettons en lumière la citation de P1 qui illustre un fossé entre « l'idée conceptuelle et la réalité », où les acteurs retombent dans leurs anciennes habitudes, alors cette résistance s'explique d'abord par une tension interne, comme il le constate :

« Maintenant, encore une fois, entre l'idée conceptuelle et la réalité, il peut y avoir des divergences parce que, ça je le vois encore dans les projets, les gens vont placer la documentation sur l'environnement de données communes une fois par semaine. Donc, ça revient un peu à la même chose. Mais ça, c'est une question d'habitude. » (Participant P1)

Ainsi, quand le P1 utilise le mot « habitude », il ne veut pas expliquer ici un simple comportement, mais plutôt une routine de travail ancrée qui est perçue comme fiable et sécuritaire, une routine que la logique du BIM vient contredire et perturber. Il convient aussi de noter que le participant interprète l'échec du partage en « temps réel » non pas comme une défaillance technique, mais comme la résilience d'une culture professionnelle établie. Également, P1 insiste sur cette dimension culturelle en soulignant que l'enjeu n'est pas la capacité technique, mais la difficulté à modifier des routines qui relèvent presque de l'identité professionnelle, et il mentionne encore une fois le mot « habitude » :

« Changer ses façons de faire est souvent plus difficile qu'adopter une nouvelle technologie. Les gens, je pense, sont capables d'utiliser la technologie, mais pour l'utiliser selon les capacités et le potentiel de la technologie en question, il faut changer ses habitudes. » (Participant P1)

La résistance au changement vient aussi dans le discours de l'ingénieur structure (P8), mais ce dernier utilise un cadre d'interprétation plus large pour donner du sens à ce phénomène en l'attribuant à la « nature humaine », il mobilise un discours qui normalise la résistance et la décontextualise du BIM lui-même, la présentant comme une fatalité universelle :

« [...] Il y a des gens qui n'ont pas envie du changement. Donc oui, c'est le problème. C'est ça qui bloque. Mais ça, ce n'est pas lié au BIM. C'est lié à tout. Oui, c'est lié à toute la nouvelle

technologie en général. Mais pas qu'à la nouvelle technologie. Les gens ne veulent pas de changement. C'est la nature humaine. » (Participant P8)

En complément, la P9 identifie un autre obstacle organisationnel concret qui concerne la « disparité » des compétences et ceci n'est pas un fait statistique, mais plutôt une source de mésentente quotidienne qui rend la collaboration, au sens propre, plus difficile :

« Les principaux obstacles, je dirais qu'il y a la disparité dans la maîtrise des outils, autant chez les clients que chez les professionnels, parce que je dis tantôt qu'on n'a pas toujours l'impression qu'il y a les clients maîtrisent, mais entre professionnels, le niveau de maîtrise peut être très, très différent aussi. Ça peut toujours être un peu un obstacle en début de projet de s'adapter au niveau de maturité de chacun. » (Participante P9)

De plus, étant donné que les niveaux de compétence sont si différents, cela donne comme un effet de boule de neige qui conduit à une utilisation superficielle de l'outil selon la P9. En outre, les gens ont l'impression de « remplir des exigences » (P9) juste pour se conformer à une règle, et non pour améliorer le projet, et ils anticipent déjà que leur effort est futile, pensant que leur travail « ne sera pas vraiment utilisé après » (P9) :

« On n'a pas toujours l'impression que les intervenants qu'on a en face de nous maîtrisent les outils ou sont capables, ne serait-ce que d'ouvrir Revit pour faire la visualisation des modèles. [...] Ça arrive souvent qu'on a l'impression en fait de remplir des exigences, mais un peu avec l'idée que ça ne sera pas vraiment utilisé après. » (Participante P9)

Nous constatons que chacun des participants interprète différemment les formes de résistance. Ainsi, la gestionnaire de projet BIM-Professeur universitaire (P10), à son tour, propose une interprétation alternative selon laquelle la résistance n'est pas un refus, mais une incapacité. Elle la conçoit comme une conséquence logique d'un déficit organisationnel, où le manque de formation rend l'ancienne manière de faire plus rationnelle :

« [...], il y avait aussi plusieurs compagnies qui ont dit qu'on ne pouvait pas faire ça parce qu'on n'avait pas les connaissances, on n'avait pas l'expertise et en fait on va travailler de l'ancienne façon. » (Participante P10)

En parallèle, elle met en lumière que l'organisation impose une exigence (le BIM) tout en retenant les moyens de l'appliquer. De ce fait, le non-usage devient alors le *symptôme* d'un système organisationnel

dysfonctionnel, et non d'une faute individuelle, ce qui nous met face à un paradoxe central de la transformation numérique :

« [...] ils exigent le BIM, mais après, les gérants de projet [...] n'ont pas accès au BIM ou ne savent pas quoi faire avec. » (Participante P10)

De plus, l'outil de partage (le modèle BIM) existe, mais il reste souvent inutilisé, car sa valeur dépend du niveau de maturité et de compréhension de ceux qui doivent s'en servir tel que souligné par la P10 :

« Des fois, les modèles vont être partagés, mais ils ne vont pas être utilisés, même s'ils sont partagés. Donc, ça dépend beaucoup de la maturité des gens avec qui on va partager l'information. » (Participante P10)

Dans le prolongement de perceptions sur les obstacles humains, le propos de la coordonnatrice BIM (P7) est bref mais fondamental sur le plan interprétatif. Elle souligne que la technologie et précisément le BIM est socialement médiatisé, en d'autres mots sa valeur est créée ou détruite par « l'humain ». Le propos de la P7 met ainsi en évidence que la réussite d'une transformation numérique ne se base pas seulement sur la mise à disposition d'outils qui sont performants, mais surtout sur la capacité collective à leur donner sens et à les intégrer dans des routines de travail partagées. Aussi, le BIM ne possède pas une efficacité qui inhérente ou bien automatique, mais il ne devient réellement efficace qu'à travers les pratiques, les interactions et les représentations des acteurs qui l'utilisent :

« C'est de l'humain, le BIM, c'est de l'humain » (Participante P7)

Dans le cadre des obstacles organisationnels, P7 aperçoit que cette difficulté organisationnelle est aggravée par le manque de soutien de la part des dirigeants, qu'elle considère comme le principal obstacle plus important encore que les problèmes liés aux outils ou aux compétences et que le BIM ne peut réussir que s'il est porté collectivement au sein de l'organisation et compris par la haute direction :

« Il faut, je dirais, que la principale recommandation concerne les dirigeants et la haute direction : qu'ils soient sensibilisés aux bénéfices et qu'ils soient encouragés, voire obligés, à déployer le BIM de façon structurée. [...] Puis, quand on arrive pour implanter quelque chose, on se fait bloquer à la haute direction parce qu'ils ne savent pas ce qu'il faut faire. Donc, moi, je pense que le plus gros frein, c'est ça. » (Participante P7)

Dans cette optique, le manque de structures formelles ou de fonctions précises pour encadrer la gouvernance BIM est aussi considéré comme étant une barrière organisationnelle importante, car comme l'indique par le gestionnaire BIM (P6), la difficulté à faire reconnaître les nouveaux rôles qu'implique le BIM, force les équipes à gérer cette transformation en plus de leurs tâches habituelles :

« On n'a pas de fonction spécifique à ça [...] quand on demande de créer des postes spécifiques pour ça, on nous dit qu'il y a déjà trop de titres de postes. » (Participant P6)

Bien que des structures de gouvernance soient actuellement en développement au niveau institutionnel, les acteurs perçoivent toujours une absence de gouvernance opérationnelle dans leur contexte organisationnel. Cette observation met en lumière un écart significatif entre la vision stratégique portée par les instances publiques et la réalité vécue par les praticiens au sein des projets. En d'autres termes, si la gouvernance du BIM se formalise progressivement à travers des cadres normatifs, ces dispositifs demeurent encore peu visibles et peu incarnés dans les pratiques quotidiennes.

Ainsi, la « gouvernance » dont parlent les acteurs ne renvoie pas à l'existence de règles ou de standards au niveau institutionnel, mais bien à l'absence de mécanismes concrets, de rôles identifiés et de processus intégrés dans les organisations elles-mêmes. Cette distinction entre gouvernance stratégique (macro) et gouvernance opérationnelle (micro) est essentielle pour comprendre la tension exprimée par les participants.

Dans la section 4.2.1.5 consacrée au « *cadre normatif et à la gouvernance du partage* », nous examinerons précisément comment ces structures institutionnelles et normatives ont été mises en place pour encadrer la mise en œuvre du BIM, et en quoi elles cherchent à combler ce vide organisationnel perçu sur le terrain.

En outre, une autre tension fondamentale a été soulignée par le cadre responsable BIM (P4), et qui se situe au cœur des dynamiques de projet, soit l'interdépendance face au changement. D'ailleurs, le P4 identifie le rythme d'adoption des nouvelles pratiques comme le principal goulot d'étranglement de la performance collective. Il ne s'agit pas d'une limite technique ou matérielle, mais d'une limite humaine et organisationnelle :

« Selon moi la limite vient de la vitesse à laquelle nous obligeons les intervenants d'un projet à changer leur façon de faire. Ça va toujours à la vitesse du plus lent. » (Participant P4)

L'utilisation de la métaphore « ça va toujours à la vitesse du plus lent » par le P4 vient donner une touche de précision à l'idée sur la limite humaine et organisationnelle. De même, cette métaphore suggère que l'efficacité ou la progression globale d'un groupe sa « vitesse » n'est pas déterminée par ses membres les plus innovants ou les plus rapides, mais au contraire, elle est effectivement plafonnée par le rythme de l'acteur perçu comme le moins apte, le moins réceptif ou le plus lent à intégrer ces changements. Cette perspective implique que toute tentative d'accélérer le changement au-delà de la capacité d'adaptation de ce « maillon le plus lent » est, au mieux, inefficace. Dans le contexte d'une performance collective, le groupe est donc contraint par son élément le moins « mature » face à la transformation exigée.

De surcroît, la P11 conclut sur un risque d'inversion, elle aborde l'outil sous un autre angle, celui qui montre que l'instrument, censé réduire l'erreur, peut en réalité l'amplifier s'il est déployé dans un contexte insuffisamment « mature ». Le partage, perçu a priori comme vertueux, devient alors une source active de « conception par erreur » :

« Parfois, si on partage toutes les informations avec une équipe qui n'est pas encore 100 % mature [...] parce qu'elle n'a pas encore la formation nécessaire, elle n'est pas encore assez mûre pour utiliser le modèle BIM. Donc, elle commet des erreurs et fait une conception par erreur. C'est aussi un impact négatif. » (Participante P11)

Dans cette continuité, le P8 aussi met le point sur les conséquences de ces écarts de maturité technologique en soulignant que les partenaires ne disposent pas de même niveau de connaissances, d'équipement et d'expériences dans l'usage des outils numériques et dans notre cas il s'agit du BIM. En addition, ce déséquilibre permet de créer des problèmes de collaboration, car le fonctionnement collectif repose sur une interconnexion fluide des systèmes et des pratiques.

« Je pense que la limite, elle vient du fait que les différents intervenants ou les différents partenaires qui vont être liés n'en sont pas au même niveau d'intégration de ce système [...]. Donc, si vous avez plusieurs interlocuteurs et que certains d'entre eux sont encore à la feuille de papier et n'ont pas l'habitude de la technologie, ça va bloquer. [...] Ça se passe très bien si tout le monde a le même niveau d'avancée technologique, je dirais. » (Participant P8)

Autrement dit, dans un processus collaboratif fondé sur des échanges de données numériques (comme le BIM), tous les partenaires doivent pouvoir transmettre, lire et exploiter les mêmes informations via des formats compatibles et si certains travaillent encore « à la feuille de papier » ou avec des logiciels non interopérables, le flux se casse d'où ce que nous pouvons l'interpréter comme une « rupture de la chaîne

numérique » qui se produit lorsque certains partenaires continuent à utiliser des méthodes traditionnelles, comme le travail « à la feuille de papier ». Dans ce cas, les échanges d'informations ne peuvent plus circuler de manière fluide, ce qui ralentit les processus et limite l'efficacité du BIM. Ajoutons qu'à travers cette remarque, le P8 met en évidence que la technologie ne peut fonctionner efficacement que si tous les acteurs partagent un même niveau de compréhension et d'engagement et que le succès du BIM ne dépend pas uniquement de la performance technique des outils, mais avant tout d'un alignement collectif des pratiques humaines.

Dans le prolongement, le P8 insiste également sur l'importance du contrôle humain et de la vigilance critique face à l'automatisation croissante des processus numériques :

« Il faut toujours faire attention, parce que plus on met des outils automatiques, plus les gens croient que ça marche tout seul, ils ne vont pas vérifier, ils ne vont pas surveiller, ils pensent que tout se passe bien. [...] Ça reste un outil, ça reste un outil pour faciliter les échanges, pour faciliter tout ce qu'il faut faire, mais il faut avoir un système de contrôle qui permettent de dire, tiens, c'est bizarre, ça, voilà. Mais ce n'est pas lié au BIM uniquement ça, c'est lié à la technologie en général. C'est lié à un peu tout. Il faut avoir un moyen de contrôle. »
(Participant P8)

Ce propos de P8 est particulièrement intéressant, selon lui, la perte de vigilance des acteurs face à l'automatisation est un phénomène large lié à la technologie en général et pas uniquement propre au BIM. Toutefois, dans le contexte du BIM, cette tendance prend une dimension critique, dans la mesure où la collaboration repose sur la confiance envers des modèles numériques complexes, et le risque de ce que nous pouvons l'interpréter comme un « désengagement cognitif » des acteurs face aux outils peut renforcer la nécessité de maintenir une vigilance humaine et un contrôle organisationnel constant.

En somme, ces propos rappellent que le BIM ne peut fonctionner efficacement que si la vigilance humaine et la coordination interdisciplinaire restent au cœur du dispositif. L'outil technologique ne remplace pas l'humain, mais il en dépend pour être utilisé de manière critique, cohérente et efficiente.

Finalement, nous mettons le point sur une autre citation de P4 qui illustre que la résistance n'est pas irrationnelle, mais elle est la défense d'une « façon de faire » qui est perçue comme « déjà fonctionnelle » et que cette réaction est le résultat de la protection d'une réalité connue et maîtrisée contre une promesse abstraite et perturbatrice. Il s'agit donc d'une interprétation de la rationalité des acteurs :

« Oui, [il y a des obstacles,] principalement la gestion du changement, changement de mentalité et façon de faire déjà fonctionnel. C'est dur de changer quelque chose qui fonctionne déjà. » (Participant P4)

Ainsi, une analyse interprétative de l'ensemble des témoignages montre que les « freins » au BIM ne sont pas de simples obstacles techniques. Ils sont les récits que les acteurs produisent pour donner du sens à la tension entre la promesse technologique et leur réalité organisationnelle vécue (écarts de maturité, structures rigides, protection des routines...). L'outil ne produit ses effets que lorsque les organisations parviennent à construire une nouvelle signification collective autour de ces nouvelles pratiques.

4.2.1.4.2 Barrières techniques et limites d'interopérabilité

En plus des obstacles humains et organisationnels, plusieurs participants soulignent des barrières techniques, liées principalement à l'interopérabilité entre les logiciels BIM, les pertes de données lors des échanges, la maturité technologique des organisations, ainsi que les enjeux liés à l'hébergement et à la sécurité des données et c'est ce que nous détaillerons dans les lignes qui viennent.

Le premier défi à souligner est celui qui concerne l'interopérabilité entre les différentes plateformes logicielles. Le P1 illustre de manière concrète ce « casse-tête » quotidien où des logiciels propriétaires attristent à communiquer, ce qui force les équipes à des adaptations complexes.

« Par exemple, chez [...], ils doivent trouver un moyen de faire communiquer Dassault Systèmes avec Autodesk, car les architectes utilisent principalement Autodesk. Dassault Systèmes est davantage mobilisé pour les opérations et la maintenance, tandis que les ingénieurs travaillant sur les barrages l'utilisent pour les systèmes électromécaniques. Donc, ils vont devoir faire parler les deux systèmes ensemble et ça peut être assez compliqué. J'ai parlé, ce n'est pas ce qu'ils vont dire officiellement, mais j'ai des bons amis qui ont travaillé dans [...] et qui me disent que c'est un casse-tête de travailler les deux ensembles et ça peut être assez compliqué. » (Participant P1)

Cette situation se produit fréquemment lorsque les architectes, ingénieurs et entrepreneurs utilisent des environnements numériques différents. Ainsi, cette difficulté technique dans le secteur de la construction publique est accentuée par une cause institutionnelle, soit les règles d'approvisionnement qui empêchent souvent d'imposer une plateforme unique tel que souligne par le P6 :

« Comme on est un organisme public, on est régi par des processus d'approvisionnement quand même complexes. [...] Donc, nous, jusqu'ici, ce qu'on a adopté comme stratégie, c'est

de ne pas être prescriptif. Donc, on demande des critères à remplir, puis on laisse les professionnels, on laisse l'entrepreneur nous proposer quelque chose. » (Participant P6)

Aussi, cette approche qui manque de souplesse rend le problème d'interopérabilité incontournable étant donné qu'elle maintient la coexistence de multiples logiciels. Pour faire face à ce problème, le P1 souligne qu'ils optent pour des formats de fichier neutre notamment l'IFC, et qui sont censé d'agir comme un traducteur universel. Cependant, le participant mentionne également que cette solution demeure partielle et imparfaite, et il évoque l'existence d'une « *black box* » dans chaque logiciel, retenant des données lors de l'export :

« On exporte ça vers l'IFC, mais il y a de la donnée qu'ils vont retenir. [...] Il y a le fameux *black box* dans chacun des logiciels. » (Participant P1)

L'expression « *black box* » ou boîte noire désigne les informations qui se perdent ou se transforment quand on exporte un modèle vers un format neutre comme l'IFC car chaque logiciel détient sa propre manière d'organiser les données, et certaines informations ne sont pas bien reconnues ou transférées. Donc, cela crée des différences entre la maquette d'origine et celle reçue, ce qui nuit à la précision du modèle. Le P3, de sa part illustre cette limite en parlant d'un problème fréquent d'alignement entre les modèles. Cet exemple montre que, même si le format IFC vise à faciliter la collaboration, il ne permet pas encore un partage parfait entre les différents logiciels :

« Je dirais que le point d'insertion est le plus gros problème qu'on rencontre sur presque tous les projets. Le point d'insertion, on n'arrive pas à s'entendre sur le BIM. Il est où, puis comment c'est fait, puis souvent, je te dirais, c'est le point de base, mais c'est le point qui arrive sur tous les jobs. [...] On a une feuille, on a une instruction, c'est clair, on la donne, ça arrive, ce n'est pas fait. » (Participant P3)

Il ressort ainsi de l'analyse que malgré l'importance de l'IFC, il demeure un outil de compromis qui ne résout pas entièrement les frictions techniques.

Au-delà de ces problèmes d'échange, les participants soulignent que l'écosystème technologique lui-même est instable. La P7 note que les plateformes évoluent très rapidement, sans qu'aucune ne réponde encore parfaitement aux besoins complexes des organisations publiques :

« Les plateformes évoluent beaucoup. Aujourd'hui, ça s'en lancerait une, mais demain, peut-être qu'une autre va évoluer et va fournir les besoins qu'on a réellement. [...] Présentement, il n'y en a aucune qui pourrait remplir à 100%. » (Participant P7)

En outre, le fait qu'aucune plateforme ne « puisse remplir à 100% », la (P7) signifie qu'elles sont, par définition, dans un « état d'amélioration continue », et c'est cette évolution constante qui force les organisations à s'adapter en permanence à un marché d'outils encore en construction comme le note le P1 :

« Récemment, ils ont fait des mises à jour pour inclure davantage d'éléments en lien avec le génie civil, mais il y a encore des limites. [...] ceux qui travaillent sur ces formats ouverts là [...] sont en train de travailler pour continuer à améliorer. Donc, ça c'est un effort continu d'amélioration. » (Participant P1)

À ces enjeux s'ajoutent des préoccupations relatives à la sécurité et à la souveraineté des données. Le P1 soulève la question sensible de l'hébergement des données, qui sont souvent situées à l'étranger, ce qui pose un risque pour les donneurs d'ouvrages publics :

« C'est certain qu'il y a tout ce qui touche à la cybersécurité, donc ça c'est un enjeu actuellement, surtout du côté des donneurs d'ouvrages publics. En ce moment, l'hébergement des données se fait beaucoup aux États-Unis, puis de plus en plus, on veut rapatrier ça, donc trouver des outils qui sont logés au Canada, ça devient un peu plus complexe. » (Participant P1)

Dans le même ordre d'idées, la P7 confirme que cette situation crée une perte de contrôle, car les organisations publiques voient leurs données sensibles se retrouver sur les plateformes privées des entrepreneurs, soulevant des « enjeux de cybersécurité et de protection des données » :

« Et tout ça, les enjeux de cybersécurité, parce que ça vient jouer dans les clichés. Dans nos organisations, on a beau recommander une plateforme, peu importe si on la recommande, on se rend compte que les professionnels ou les entrepreneurs vont quand même utiliser la leur et, dans le fond, mettre nos données dans leur plateforme, ce qui emporte des enjeux de cybersécurité de protection des données. Donc, c'est le fond des enjeux auquel on fait face. » (Participant P7)

En définitive, l'ensemble des obstacles techniques ou humains et organisationnels évoqués semblent être les symptômes d'un vide structurel, c'est-à-dire le manque de normes liées aux règles

d'approvisionnement, ou encore l'absence de protection des données révèle un déficit d'encadrement général. Ces constats techniques pointent ainsi inévitablement vers les enjeux fondamentaux du cadre normatif et de la gouvernance du partage, qui structurent la collaboration et qui sont examinés dans la section suivante.

4.2.1.5 Cadre normatif et gouvernance du partage

L'analyse des entretiens met en évidence que la mise en œuvre du BIM ne dépend pas uniquement des compétences techniques ou de la volonté des acteurs, elle repose aussi sur un cadre normatif et sur des mécanismes de gouvernance qui encadrent son utilisation.

Ainsi, le manque de structure formelle évoqué par les participants dans la section précédente ne contredit pas l'existence d'un cadre normatif institutionnel, mais il révèle plutôt l'écart entre une gouvernance stratégique, définie au niveau macro, et une gouvernance opérationnelle encore peu incarnée dans les organisations. Autrement dit, si la gouvernance institutionnelle du BIM se structure progressivement à travers des normes, des *feuilles de route* et des dispositifs législatifs, son appropriation concrète par les acteurs demeure partielle et inégale.

Pour les donneurs d'ouvrage publics, ce cadre est façonné par une vision à long terme qui diffère de celle du secteur privé, comme l'explique le P1 :

« En tant que donneur d'ouvrage public, ce qui est très intéressant, je trouve qu'on voit le BIM comme propriétaire de bâtiment sur peut-être des dizaines d'années, et ça change vraiment de la vision projet qu'on peut avoir dans le privé qui est aussi très intéressante, mais peut-être plus technique sur des détails, puis avec des objectifs différents. Donc, j'apprends beaucoup. » (Participant P1)

Du fait que les donneurs d'ouvrages publics pensent à la gestion des bâtiments sur plusieurs décennies, ils cherchent à garantir que les données numériques soient claires, durables et utilisables par tous les acteurs au fil du temps. Il s'agit donc d'une vision à long terme des donneurs d'ouvrage publics et ce qui explique pourquoi ils s'impliquent dans la création de règles et de standards autour du BIM. Cette approche a conduit donc à la mise en place d'un cadre légal et institutionnel qui harmonise les pratiques, favorise le partage structuré de l'information et renforce la coordination entre les organisations.

La P11, décrit avec précision l'effet structurant de ce cadre législatif sur la culture du partage d'information :

« Donc oui, j'ai vu la différence, j'ai vu le changement à partir du moment où le gouvernement du Québec a adopté la loi sur l'utilisation des plateformes numériques. Et avec l'initiative *Feuille de route BIM* du Québec, cette force, soutenue par la loi, a vraiment créé un changement dans le partage d'informations, dans la fréquence, les modalités, l'écosystème, le pouvoir et la volonté des parties prenantes. » (Participante P11)

Dans ce sens, en rendant l'utilisation du BIM obligatoire dans les projets publics, le gouvernement a créé une infrastructure réglementaire qui favorise la standardisation des pratiques et la circulation fluide de l'information. Ce soutien institutionnel contribue à légitimer l'approche collaborative, en renforçant la confiance et en uniformisant les comportements au sein des écosystèmes de projet, chose qui met en lumière le rôle déterminant du cadre législatif québécois dans la transformation des pratiques de collaboration. Ainsi, la norme ne se limite pas à une contrainte administrative, néanmoins elle devient un instrument de gouvernance qui permet de garantir une cohérence entre les acteurs et une meilleure intégration du partage d'information dans les processus organisationnels.

L'un des outils centraux de cette gouvernance de projet est le Plan de gestion BIM, dont son rôle s'articule autour de la clarification des responsabilités est reconnu, comme le confirme la P7 qui répond par l'affirmative à la question de savoir si les responsabilités sont claires :

« Oui, via le plan de gestion BIM, oui. » (Participante P7)

Cependant, la P7 souligne que bien que le plan de gestion BIM permet de clarifier les rôles, il est encore vu comme un document qui est extérieur au projet, plutôt que comme une composante intégrée aux processus contractuels. Cette distinction est importante, car elle montre que le BIM est encore perçu comme un outil ajouté plutôt qu'un outil pleinement intégré :

« La seule chose que je dirais, c'est que, et j'espère qu'un jour on va y arriver, mais que ça soit intégré à même nos conditions contractuelles et nos processus d'affaires de gestion de projet. Parce que là, c'est comme un document qu'on ajoute au document existant quand ça devrait être intégré dans nos documents existants. [...] C'est comme si on distinguait encore, comme si le BIM était une couche qu'on ajoutait au lieu d'être intégré. » (Participante P7)

Elle ajoute que cette intégration suppose aussi une implication plus large des services concernés afin que le BIM soit pleinement compris et intégré dans la gestion du projet.

De son côté, le P6 partage le même constat sur le rôle du plan de gestion BIM dans la définition des responsabilités :

« S'il y a un plan de gestion BIM, c'est une des parties [responsabilités liées au BIM] qui doit être dans un plan de gestion BIM, où on les liste, on les définit. » (Participant P6)

Nous distinguons alors qu'il y a une convergence entre les propos de P6 et P7 sur le fait que le plan de gestion BIM détient une valeur importante pour encadrer les responsabilités, tout en regrettant son manque d'intégration réelle dans les mécanismes contractuels et organisationnels. Cette tension alors entre formalisation et intégration effective montre que le BIM, bien qu'encadré par des outils normatifs, reste encore perçu comme une couche ajoutée plutôt qu'une pratique centrale.

En prolongement, P11 met en lumière la dimension opérationnelle de cette question en insistant sur la nécessité d'une structure de gouvernance capable d'assurer la mise en œuvre concrète du BIM :

« Dans la définition du BIM, dans le plan d'exécution du BIM, on doit avoir quelqu'un qui est gestionnaire du BIM. [...]Parfois, on a besoin d'une équipe responsable. Dans les projets multidisciplinaires, les projets complexes ou d'infrastructure, il y a plusieurs équipes non homogènes. Il est important d'avoir des représentants de chaque équipe au sein de l'équipe de gestion. » (Participant P11)

Son propos donne un prolongement à celui de P6 et P7 étant donné que les trois répondants se mettent d'accord sur une idée commune, c'est que le cadre normatif doit être soutenu par une gouvernance opérationnelle pour être pleinement efficace et que la présence d'un gestionnaire BIM ou d'une équipe dédiée qui favorise la coordination interdisciplinaire, la transparence et la responsabilité collective. Ainsi, ces témoignages montrent que la formalisation contractuelle et la gouvernance organisationnelle sont deux leviers complémentaires pour ancrer durablement le BIM dans les pratiques de projet.

Si le P6, P7 et P11 mettent en lumière la dimension humaine et organisationnelle de la gouvernance du BIM, le P1, apporte un éclairage complémentaire sur la dimension institutionnelle et normative. Son propos illustre comment la mise en place de standards internationaux et de structures formelles de gouvernance vise à encadrer le partage d'information et à soutenir la maturité numérique des organisations publiques :

« Les donneurs d'ouvrages publics qui portent la *feuille de route gouvernementale* pour le BIM viennent d'adopter officiellement la norme ISO 19650, qui vient pour encadrer les pratiques de partage d'informations numériques. » (Participant P1)

Bien que cette adoption représente une avancée importante, le P1 rappelle que ces normes demeurent peu accessibles en pratique :

« La norme, ce n'est pas quelque chose que tu prends et que tu utilises. Ça t'informe comment tu devrais gérer l'information. Ce sont des recommandations relativement générales, très larges [...]. C'est qu'une norme ISO, c'est difficile à avoir accès, cela coûte cher. Ce n'est pas tout le monde qui a l'argent pour le faire. Et si [...] dit « OK, on va l'acheter », la licence ISO restreint grandement le partage, même si on l'a acheté. Donc, c'est ça le gros problème. [...] Tout le monde sait à peu près de quoi ça parle, et personne ne l'a jamais lu. Ça, c'est quelque chose qu'on me dit souvent. » (Participant P1)

Il ressort de ces propos que la norme ISO 19650 représente le principal référentiel international pour le partage et la gestion des informations dans le cadre du BIM, toutefois le coût de cette dernière, l'accès limité et la faible appropriation par les acteurs de terrain constituent des freins à sa diffusion. Ce constat souligne que la gouvernance du partage d'information repose autant sur les politiques publiques que sur la démocratisation des savoirs et des outils normatifs, ce qui révèle un écart entre la standardisation institutionnelle et la pratique effective.

Dans la même lignée, le P1 aborde la question de la gouvernance et des mécanismes qui permettent de traduire ce cadre normatif dans la pratique quotidienne des projets :

« Structure formelle, oui. Il y a des groupes de projets, et la *feuille de route* elle-même, c'est un gros organigramme. Il y a une structure de gouvernance qui a été formée pour ça. Maintenant, avec quelle aisance est-ce que cette structure organisationnelle se prolonge jusqu'à l'opérationnel ? ça, je ne sais pas, ça, c'est peut-être un enjeu. Ce sont des organisations qui sont énormes. Et donc, pour que l'information circule correctement, ça devient difficile. Et ce que je vois, personnellement, chez les donneurs d'ouvrages, c'est que oui, il y a des champions numériques, des champions BIM, qui sont impliqués à différents endroits, mais l'idéal, c'est qu'il faudrait qu'il y ait des champions BIM dans tous les projets. Il faudrait qu'il y ait des champions BIM au niveau opérationnel un peu partout. Et ça, ce n'est pas encore le cas. Mais on revient à la question précédente, c'est une question de transfert de connaissances, de formation, de montée en compétence. En ce moment, ceux qui sont les plus compétents dans les organisations publiques sont au niveau organisationnel. Ils mettent en place les stratégies. » (Participant P1)

En citant cet extrait, le P1 explique l'écart qui existe entre la gouvernance qui est structurée au niveau institutionnel mais qu'elle est faiblement illustrée au terrain. Par ailleurs, beaucoup d'éléments montrent une volonté claire de pilotage stratégique tel que la présence d'une architecture formelle, comités, organigrammes et des groupes de travail. Cependant, le manque de relais opérationnels, comme la mise en place des champions BIM dans tous les projets, empêche encore une diffusion fluide des pratiques et une appropriation concrète du cadre normatif dans les projets.

Ainsi, les propos de P1 mettent en lumière la nature fragmentée de la gouvernance du partage d'information qui est forte dans sa conception stratégique, mais fragile dans son application quotidienne. Cette situation illustre que le défi ne réside pas uniquement dans la formalisation des structures, mais dans leur capacité à soutenir la circulation du savoir et le transfert de connaissances entre les niveaux organisationnels qui est une condition essentielle à la création collective de connaissances autour du BIM.

Cette tension entre la norme et la pratique se retrouve également dans le discours de P5 qui souligne les enjeux concrets de gouvernance du partage d'information dans le secteur public, où il faut réunir les exigences institutionnelles de cohérence avec la diversité technologique des acteurs du marché :

« On ne peut pas se permettre, comme donneur d'ouvrages publics, d'avoir vingt-deux plateformes différentes, parce qu'on a l'ensemble du portefeuille immobilier. L'industrie nous avait dit : « *Ne nous imposez pas un logiciel, parce que si vous imposez un logiciel, la compagnie n'a pas le droit de le faire.* ». Alors, ce qu'on exige, c'est que chacun prenne le logiciel qu'il veut, mais que les données puissent être intégrées dans un outil collaboratif commun, qui permet d'uniformiser. » (Participant P5)

Le témoignage de P5 fait ressortir que les donneurs d'ouvrages publics cherchent à établir un cadre commun de gestion et de transfert des données Plutôt que d'imposer un système unique, ce qui conduit à garantir une cohérence institutionnelle tout en respectant la multiplicité des outils utilisés par les partenaires privés. De plus cette analyse de P5 révèle une approche de gouvernance pragmatique, fondée sur le principe d'interopérabilité encadrée et illustre la recherche d'un équilibre entre normalisation et flexibilité, chose qui représente une caractéristique des démarches de transformation numérique dans les organisations publiques.

Les propos croisés de P11, P6, P7, P1 et P5 permettent de comprendre le cadre normatif et la gouvernance du partage d'information comme un système à plusieurs niveaux :

- Un niveau légal et normatif, porté par les politiques publiques et les standards internationaux ;
- Un niveau institutionnel, structuré autour de dispositifs de gouvernance et de stratégies de déploiement ;
- Un niveau opérationnel, où la collaboration, les rôles humains et la circulation de l'information donnent vie à ces orientations.

Par ailleurs, l'efficacité du BIM repose sur la capacité à faire converger ces trois dimensions, notamment la norme, la structure et la pratique, et ceci afin de transformer la standardisation du partage d'information en un véritable levier de collaboration et de performance collective.

Cependant, comme le souligne la P7, la gouvernance du BIM ne dépend pas seulement des structures externes ou des outils normatifs, mais elle doit aussi s'incarner à l'intérieur même des organisations. Pour être efficace, elle suppose une coordination transversale entre les différentes directions impliquées :

« Il faut que toutes les directions qui sont reliées au BIM, tant au niveau technologie de l'information, gestion de l'information, approvisionnement, affaires juridiques, gestion du changement, communication, tous ces services-là créent une coalition pour implémenter le changement. Et là, présentement, ce n'est pas implanté de façon structurée, c'est implanté avec des initiatives un peu aléatoires selon les bons vouloirs des directions. » (Participante P7)

De ce fait, ce propos nous montre que malgré d'un cadre institutionnel commun, la coordination entre les services toujours fragmentée et dépend des initiatives locales. Ainsi que cette absence de pilotage intégré limite la cohérence du partage d'information et freine la transformation organisationnelle, ce qui illustre les défis de gouvernance interne auxquels font face les organisations publiques dans la mise en œuvre du BIM.

Dans la continuité, la P7 souligne également l'importance du partage d'expérience et de la mutualisation des apprentissages entre organisations et projets :

« D'un projet à l'autre, entre organisations, ça, via *la feuille de route*, c'est un véhicule de partage, puis de montée en compétence de l'ensemble des donneurs d'ouvrage, je dirais, parce que quand quelqu'un avance, ils partagent comment ils ont avancé. On s'est créé une communauté de pratique interne à [...]. Puis, là, on partage les bons coups, les avancées, puis, justement, les connaissances qui permettent aux autres peut-être d'intégrer ces nouvelles façons de faire. » (Participante P7)

En analysant conjointement ces deux dernières citations de P7, nous comprenons que la gouvernance du partage d'informations repose à la fois sur une gouvernance collaborative élargie qui permet de diffuser les apprentissages entre les institutions et d'autre part sur une coalition interne structurée pour soutenir le changement à l'échelle organisationnelle, ce qui montre une double dynamique interne et inter-organisationnelle qui traduit la complexité du cadre de gouvernance du BIM.

4.2.1.6 Synthèse axe 1

À la lumière de toutes les analyses que nous avons effectuées sur les extraits d'entrevues dans ce premier axe de notre chapitre résultat, nous pouvons en tirer plusieurs conclusions. Tout d'abord, le BIM constitue à la fois une réponse technique à la fragmentation de l'information et un vecteur de transformation organisationnelle. Cela est possible grâce à sa capacité à centraliser les données dans un environnement commun et à redéfinir la manière dont les acteurs y ont accès, les échangent et les interprètent. Cette centralisation n'est toutefois pas un simple progrès technologique, mais elle suppose un apprentissage collectif et une redéfinition des pratiques professionnelles, où la transparence et la collaboration deviennent des exigences structurelles.

Par ailleurs, les participants perçoivent le BIM comme étant un outil qui permet d'assurer une convergence et favoriser la continuité informationnelle entre les phases du projet et entre les disciplines. De même, les répondants ont souligné que cet outil favorise la visibilité du travail de chacun, car il veille à instaurer un nouveau régime de coordination où les interactions reposent sur la consultation en temps réel plutôt que sur des échanges séquentiels. Cette visibilité transforme le rapport des acteurs à l'information, et introduit une logique de responsabilité partagée et de coresponsabilité dans la gestion des données, ce qui se traduit par la « source de vérité » évoquée par P1.

Toutefois, cette transformation numérique fait face à plusieurs obstacles organisationnels, humains et techniques, notamment les disparités de maturité organisationnelle, les écarts de maîtrise des outils, les résistances culturelles et les résistances institutionnelles qui limitent la portée du BIM comme cadre collaboratif. Plusieurs témoignages montrent que la transition numérique ne se heurte pas tant à la complexité technique qu'à la difficulté de changer les habitudes, de développer une culture numérique commune et de structurer les responsabilités autour du partage d'informations.

Dans le cadre du secteur de la construction publique, les participants ont mentionné qu'il existe une certaine tension entre les initiatives, telles que la *Feuille de route BIM du Québec* et le cadre normatif qui

ont permis d’institutionnaliser la collaboration numérique, et entre leur appropriation opérationnelle qui demeure inégale. Or, les répondants n’ont pas nié l’existence de structures de gouvernance, mais ils mentionnent que ces dernières n’ont pas été traduites d’une manière remarquable en pratiques uniformes et en rôles clairement définis à l’échelle des projets. Les figures du gestionnaire BIM, des champions BIM ou des équipes de gouvernance interne illustrent la volonté de structurer la coordination, mais leur efficacité dépend de la maturité collective et du soutien organisationnel dont elles bénéficient.

La figure 4.1 ci-dessous résume l’ensemble du contenu de l’axe 1, qui porte sur le processus de transformation du partage d’informations par le BIM, que nous avons abordé dans cet axe.

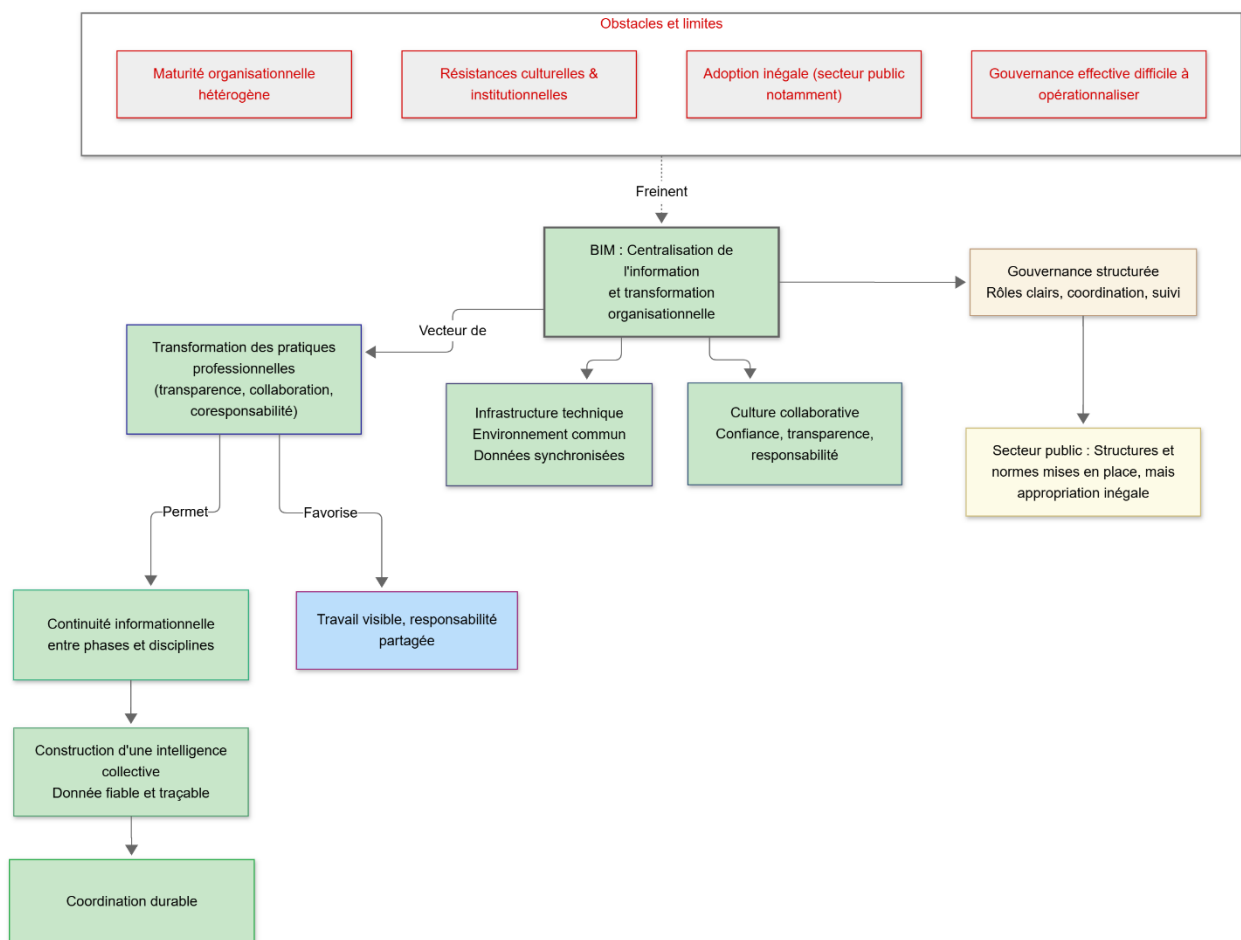


Figure 4.1 Synthèse de l’axe 1 : le processus de transformation du partage d’informations par le BIM

En somme, en s’appuyant sur les perspectives des répondants que nous avons analysé dans cet axe, nous pouvons déduire que le partage d’information à travers le BIM apparaît comme un processus graduel

d'alignement entre la technologie, les pratiques et les structures institutionnelles. Ainsi, l'efficacité du dispositif repose sur trois dimensions interdépendantes :

1. Une infrastructure technique commune, qui permet la centralisation et la synchronisation des données ;
2. Une culture collaborative partagée, fondée sur la confiance, la transparence et la responsabilité mutuelle ;
3. Une gouvernance structurée, capable d'articuler les rôles, de réguler les interactions et d'assurer la continuité du flux informationnel.

Ainsi, la dynamique du partage étudiée dans l'axe 1 prépare l'axe 2, consacré à la création et à la capitalisation des connaissances permises par le BIM, notamment dans le cadre de l'apprentissage organisationnel et du transfert d'expertise dans les projets de la construction publics.

4.2.2 Axe 2 : Création des connaissances

L'examen du premier axe a montré que le BIM favorise une circulation inédite de l'information. Ce second axe s'intéresse à la manière dont ce partage se transforme en création de connaissances et de compétences organisationnelles. Le BIM agit ici comme un dispositif sociotechnique qui structure la collaboration, soutient la construction d'un sens commun et catalyse les apprentissages collectifs. À travers les mécanismes de gouvernance, de communication et de capitalisation qu'il instaure, il permet aux acteurs de transformer leurs savoirs individuels en une intelligence collective durable qui présente un fondement de l'innovation et de la performance organisationnelle.

4.2.2.1 Les conditions cadres de la création de sens : Gouvernance et facteurs humains

Dans cette section nous mettons le point sur le potentiel du BIM dans la fédération des acteurs autour d'une vision commune et nous soulignons ainsi sur la base de l'analyse des entrevues que cette vision partagée n'est pas un produit automatique de la technologie, mais elle est le résultat d'un processus actif de *sensemaking* (création de sens) qui dépend de mécanismes humains, organisationnels et contextuels. Les données des entretiens montrent comment les équipes construisent, négocient et maintiennent cette compréhension partagée.

Il s'est avéré ainsi que la contribution la plus directe du BIM à la vision commune est sa capacité à remplacer l'interprétation mentale individuelle par une représentation visuelle partagée. Le P3, décrit cet impact cognitif avec une relation claire en employant l'expression « le puzzle est déjà fait » :

« Oui, clairement, parce que comparativement à des dessins 2D, on n'a pas de construction spatiale à faire. Donc, tout le monde qui arrive dans un modèle 3D, le puzzle est déjà fait. On voit déjà visuellement s'il peut y avoir une erreur ou pas, ou une meilleure compréhension, que si c'est une coupe sur un mur et qu'il faut que tu ailles voir ce qui est la coupe et que tu comprends. Avec une image 3D, il n'y a pas cette construction mentale là. » (Participant P3)

Cet extrait montre que le BIM peut offrir une base tangible et claire pour la discussion, ce qui permet de réduire l'ambiguïté inhérente aux plans 2D. Donc, le modèle 3D agit comme un « objet frontière ».

Toutefois, comme le souligne la P10, cet outil n'assure pas à lui seul la création d'une vision commune, car celle-ci dépend du contexte collaboratif et de l'usage qu'en font les acteurs. Donc, une mauvaise utilisation du modèle peut au contraire nuire au projet, et la vision partagée découle donc de la collaboration effective, plutôt que d'être produite automatiquement par l'outil :

« Ça devrait encore, ça dépend comment c'est utilisé. [...] on est capable aussi de tanner les gens avec une mauvaise utilisation, avec de la perte de temps, avec des problèmes de logiciels qui arrivent tout le temps. [...] Parce qu'à l'intérieur d'un projet très collaboratif, relationnel, on partage le modèle. Le modèle doit être le point de référence de tout le monde autour du projet. » (Participant P10)

Ainsi, pour pallier ces risques liés à une utilisation non coordonnée du modèle, certains acteurs insistent sur la formalisation organisationnelle du processus collaboratif via le BEP. Bien entendu, la création de la vision commune par le modèle ne se fait pas d'une manière automatique, car celle-ci apparaît et dépend de la qualité des relations et des pratiques collaboratives. D'où la nécessité de mettre en place des mécanismes organisationnels qui soutiennent cette construction collective de sens. C'est ce qu'a mis en évidence la P11, en soulignant le rôle du BEP comme premier acte concret de cocreation d'une vision commune :

« Si les parties prenantes du projet, lors de la phase d'avant-projet, décident de développer ensemble un plan d'exécution BIM de façon collaborative, c'est la première vision commune, c'est-à-dire un « environnement commun de données ». C'est une plateforme numérique qui existe. Si tout le monde développe ça ensemble, ça va répondre aux problèmes techniques, notamment ceux liés aux infrastructures techniques. Ainsi, dès le début du projet, dans la phase d'avant-projet ou de frontend, si l'ensemble des parties développe un plan d'exécution BIM d'une manière commune, chacun peut évoluer dans un environnement commun de partage de l'information. Cependant, cela dépend du niveau de maturité des acteurs, de la taille du projet et, parfois, des spécifications propres à celui-ci. » (Participant P11)

Ainsi, le P3 de son côté partage également la même perspective de P11 sur le rôle du BEP comme étant le premier acte concret de cocréation d'une vision commune, tout en insistant sur la nécessité de garder ce document aligné sur les besoins réels du projet et de la collaboration :

« Premièrement, le fameux BEP, le BIM Exécutive Plan, des fois, c'est fait par des gens qui aiment ça s'écouter parler. C'est vraiment trop complexe. Des fois, dans la partie juste de la façon de nommer et tout ça, de se poser la question : qu'est-ce qu'on va vouloir extraire au niveau de collaboration ? Pour moi, il y a le BEP, des fois, qui est un petit peu trop complexe par rapport à la vraie demande. » (Participant P3)

Cet extrait illustre bien que, pour le P3, la valeur du BEP et donc du BIM dépend de sa capacité à servir la collaboration et le sens partagé, plutôt que de se limiter à une formalité technique. Cependant, lorsque les acteurs ont des visions divergentes, un rôle de médiation neutre est nécessaire pour construire le sens. Le P1, décrit ce rôle comme étant au cœur de son action.

« Alors, mon rôle, il est là. C'est un rôle d'écouter tout le monde, trouver aussi un terrain d'entente. [...] Il faut que je garde une neutralité dans les discussions [...] c'est vraiment de créer et d'animer la discussion entre le donneur d'ouvrage public et l'industrie. » (Participant P1)

Toutefois, même si la vision commune s'établit, cette dernière ne peut devenir une « connaissance utile » s'il n'est pas filtré et contextualisé, autrement dit, le *sensemaking* n'est pas seulement de voir la même chose, mais de comprendre ce qui est pertinent et ce que le P1 explique en soulignant que ce processus commence par la définition des besoins :

« Il faut au départ que les gens identifient quels sont leurs besoins et donc soient en mesure de savoir ce qu'ils ont besoin comme informations pour répondre à leurs besoins. » (Participant P1)

En somme, pour résumer l'ensemble des propos des répondants précités, nous souhaitons souligner que la création de sens collectif repose avant tout sur des dynamiques humaines et organisationnelles et la vision commune n'est pas donnée, mais plutôt elle se construit par l'articulation constante entre les artefacts numériques (BIM, BEP) et les pratiques de communication, de médiation et d'interprétation partagée, ce qui montre aussi le potentiel du BIM comme catalyseur cognitif et relationnel.

4.2.2.2 Le BIM comme catalyseur de la spirale de création de connaissances (SECI)

Dans la section précédente, nous avons abordé le lien entre le BIM et la création du sens ainsi que la formulation progressive des pratiques collaboratives. De même, ces dynamiques de partage, de structuration et d'apprentissage collectif ne se limitent pas à une meilleure circulation de l'information, pourtant, elles participent à un véritable processus de transformation des connaissances au sein de l'organisation. Donc, notre objectif dans cette partie est de montrer comment le modèle SECI, applicable à la création de connaissances, est mis en œuvre par le BIM et les pratiques des participants.

Tel qu'abordé précédemment, le modèle SECI désigne la spirale continue de création de connaissances à travers quatre modes d'interaction : la socialisation, l'externalisation, la combinaison et l'internalisation. En outre, d'après les récits des participants, il a été révélé que, dans le contexte du BIM, cette spirale de connaissances s'enracine dans les pratiques quotidiennes des équipes. Cela se traduit par plusieurs éléments, tels qu'une vision partagée, une coordination interdisciplinaire et une standardisation des processus, qui deviennent autant de leviers qui favorise l'émergence d'un apprentissage collectif. Par conséquent, il s'est avéré que le BIM est un dispositif cognitif et organisationnel qui soutient la transformation continue des savoirs en compétences collectives.

4.2.2.2.1 Socialisation (Tacite à Tacite) : La construction du sens commun

La première phase de la spirale de création de connaissances, c'est la socialisation. Elle implique le partage de connaissances tacites, souvent par l'observation et l'interaction.

Les résultats des entrevues montrent que le BIM joue le rôle d'objet-frontière visuel et partagé, ce qui facilite cette étape dans la spirale. Cela rejoint le principe du processus du sensemaking, abordé dans la section précédente. Autrement dit, l'apport du BIM dans ce contexte réside dans sa capacité à créer une base de discussion commune, et ceci en remplaçant l'interprétation mentale individuelle de plans 2D par un modèle 3D unifié, tel que souligné par la P2 :

« Le fait de pouvoir voir la maquette, de pouvoir se promener, de pouvoir faire des coupes, de pouvoir aller à un endroit spécifique, de pouvoir y mettre des photos, y mettre des données, fait qu'on sait de quoi on parle exactement, où on est. Ça, c'est super chouette. »
(Participante P2)

Cette dynamique est également renforcée par les propos du participant 3 (P3) qui souligne que « le fait de voir comment [...] les tuyaux [...] vont passer, ça permet de comprendre [...] l'objectif du système » (P3), ce qui met en évidence le rôle de la visualisation dans l'apprentissage tacite par observation et interaction directe avec le modèle. De plus, ce même participant précise que « on a développé des aptitudes [...] qui étaient plus difficiles à voir ou à comprendre avant » (P3), ce qui illustre comment le BIM favorise un apprentissage expérientiel et progressif, en transformant des connaissances implicites en compétences partagées au sein de l'équipe.

Par ailleurs, la socialisation des connaissances se manifeste également à travers des échanges informels entre les acteurs, comme le montre cet extrait : « si on travaille ensemble [...] je vais dire “ah regarde, j'ai vu ça, j'ai appris ça” » (P9), ce qui reflète un processus spontané de transmission de connaissances tacites basé sur l'interaction directe, l'expérience et la collaboration quotidienne.

Donc, nous constatons que le BIM agit comme un véritable catalyseur de la socialisation, et facilitateur de l'apprentissage tacite par l'expérience partagée et la collaboration directe, étant donné qu'il est capable de transformer la perception de l'individu en une compréhension collective, chose qui se répercute positivement sur la visibilité et l'accessibilité du projet, crée un espace d'échange où les acteurs peuvent échanger leurs points de vue, ajuster leurs interprétations et partager leurs expériences de manière spontanée.

Par ailleurs, cela nous conduit vers une co-construction du sens, qui permet non seulement de réduire les incompréhensions, mais aussi de renforcer la cohésion de l'équipe autour d'une vision commune du projet.

4.2.2.2 Externalisation (Tacite à Explicite) : La formalisation des savoir-faire

La deuxième étape de la spirale SECI correspond à l'externalisation, qui constitue le processus de conversion des connaissances tacites en connaissances explicites (processus, manuels, méthodes). D'après les entretiens, il ressort qu'il existe un lien étroit entre le BIM et cette phase, car cet outil favorise la formalisation du savoir-faire collectif en imposant des exigences de coordination et de standardisation. Par ailleurs, ce cadre méthodologique pousse les équipes à documenter, structurer et expliciter des pratiques auparavant implicites. Comme la P9 l'exprime clairement :

« Ça nous force beaucoup à la recherche et développement, à la mise en place de processus, de méthodes de travail en collaboration avec les autres professionnels. » (Participant P9)

Elle ajoute ainsi :

« Du côté des professionnels, je dirais assurément, souvent les exigences qui nous sont demandées nous forcent à faire de la recherche et développement, par exemple, qui a développé des nouvelles méthodes. Ça fait que ça a assurément un impact sur la création de nouvelles connaissances. » (Participant P9)

De ce fait, étant donné que le BIM peut imposer des standards aux acteurs des projets de construction et favoriser la collocation interdisciplinaire entre eux, cela les incite à sortir de leur routine opérationnelle pour s'engager dans une démarche réflexive et innovante, ce qui explique le rôle du BIM comme levier de formalisation et de création de connaissances. Ainsi, les propos de P9 nous ont permis de comprendre que la recherche de nouvelles méthodes et la structuration des processus deviennent des pratiques collectives qui transforment le savoir tacite en un véritable savoir organisationnel.

4.2.2.2.3 Combinaison (Explicite à Explicite) : L'enrichissement des données

Dans cette étape, le BIM permet de réunir différentes couches d'information sur un même modèle ce qui correspond à l'étape de combinaison dans laquelle plusieurs sources de connaissances explicites se réunissent et s'organisent pour en créer de nouvelles. Dans ce contexte nous faisons appel à l'exemple de l'évolution des usages du 3D (spatial) vers le 4D (temps) ou le 5D (coûts) cité par le P3 :

« L'échéancier dans un modèle 3D. Donc, pour avoir une meilleure compréhension de l'équipe sur ce qu'il est que les pièces qui sont les plus importantes à travailler dessus. Donc, une meilleure planification. » (Participant P3)

Pour lui, le BIM est clairement capable de combiner des connaissances explicites sur une même plateforme numérique. Ainsi, le fait de passer de la 3D au 4D ne se limite pas à ajouter des données techniques, mais représente un vrai processus d'intégration et de compréhension partagé et une vision commune du projet, et ceci en reliant les informations spatiales liées au modèle 3D avec la dimension temporelle de l'échéancier. Cela rend ainsi la planification plus claire, facilite la visualisation des étapes, permet d'anticiper les difficultés et améliore la coordination entre les différentes disciplines. De plus, le fait de passer au modèle 4D montre une évolution dans la gestion des connaissances, car les données qui viennent de divers métiers sont réunies dans un langage commun.

Ce processus de combinaison ne se limite pas uniquement à l'intégration de différentes dimensions d'un modèle, mais repose également sur des mécanismes organisationnels de structuration et de validation des données. Comme le souligne le P1 : « ...ils vérifient la qualité [...] puis ils partagent à un groupe plus grand [...] et il y a une itération comme ça » (P1). Cette logique met en évidence que la combinaison des

connaissances explicites dans le BIM s'inscrit dans un processus itératif, où les informations sont progressivement enrichies, validées et consolidées avant d'être diffusées à l'ensemble des parties prenantes.

Par ailleurs, cette capacité de combinaison repose fortement sur des principes de standardisation qui permettent l'interopérabilité des données entre les différents acteurs et outils. En effet, le P1 souligne l'importance de « ...mettre l'emphase sur la standardisation [...] pour que les données puissent circuler » (P1). Cette standardisation joue un rôle clé dans la transformation des connaissances explicites, en facilitant leur intégration dans un système commun et en assurant leur cohérence, malgré la diversité des disciplines impliquées.

Nous pouvons donc tirer la conclusion que le BIM peut créer une nouvelle connaissance collective à partir de données qui existent déjà, donc on peut dire que cet outil joue le rôle d'un moteur de la phase de combinaison dans la spirale SECI.

4.2.2.2.4 Internalisation (Explicite à Tacite) : L'apprentissage par la pratique

La dernière étape qui correspond à la phase d'internalisation où les connaissances explicites s'ingèrent dans les pratiques quotidiennes des équipes pour devenir des connaissances tacites et les acteurs ne se limitent plus à juste appliquer des règles ou bien suivre des standards mais ils les adaptent et les transforment en réflexes professionnels.

Les propos recueillis montrent que cette étape marque une évolution dans la manière de travailler. De son côté, le P6 explique :

« On le dit souvent, le BIM, c'est mieux faire ce qu'on fait déjà. Donc finalement, ce n'est pas forcément des nouvelles connaissances ou compétences, mais c'est améliorer ce qu'on fait plus ou moins déjà. Et comme dit [...], en planification, améliorer ça, le faire le plus tôt possible, ça déplace la courbe des efforts. Puis, c'est aussi mieux travailler en équipe. Donc, c'est surtout mieux faire ce qu'on fait déjà et ce qu'on devrait faire. » (Participant P6)

Le P6 adopte ici une autre vision et voit le BIM d'un autre angle, comme quoi cet outil ne permet pas toujours de créer de nouvelles connaissances, mais plutôt permet d'améliorer ce que les équipes font déjà, ce qui montre que cette étape d'internalisation n'engage pas forcément l'acquisition de nouvelles connaissances, mais plutôt le renforcement des pratiques existantes. Ce témoignage nous amène donc à

voir le BIM comme une clé d'efficacité, étant donné qu'il peut amener les équipes à optimiser leurs processus, et à renforcer la coordination.

Dans le même sens, en répondant à la question si le BIM contribue à la création de nouvelles connaissances entre les équipes de projets de construction publics, la P7 souligne :

« Pour moi, ce sont des compétences plus que des connaissances. On développe notre façon de travailler en équipe, de collaborer, de mieux collaborer. Et aussi, ça nous permet de comprendre l'importance d'avoir la bonne information au bon moment. [...] Oui, c'est une autre façon de structurer notre travail pour être plus efficace. Pour moi, c'est davantage ça que de nouvelles connaissances. Les connaissances vont peut-être être plus techniques pour ceux qui vont vraiment manipuler les logiciels ou utiliser certains outils. [...] On repense nos façons de travailler pour être plus efficaces, notamment dans le partage d'informations au cours du projet et sur tout le cycle de vie. Mais tu sais, ça reste minime par rapport aux compétences qu'on peut acquérir. » (Participant P7)

À travers ce témoignage, on observe que l'apprentissage se base grandement sur le développement de compétences collectives, telles que la collaboration, la bonne communication, l'organisation des flux d'information et l'anticipation des besoins des autres intervenants. Cet apprentissage ne s'observe pas tant par la maîtrise d'outils, donc ces témoignages montrent que le BIM change progressivement la manière dont les équipes travaillent. Il n'est plus considéré comme un ensemble de règles à appliquer, mais plutôt comme une nouvelle manière de travailler chaque jour. Avec le temps, les équipes intègrent vraiment les pratiques du BIM et celles-ci deviennent naturelles, presque automatiques.

Cette internalisation a aussi fait preuve de l'autonomie des équipes qui peuvent travailler avec une manière plus souple et homogène, donc cela se répercute positivement sur les résultats du projet. Ainsi, ce passage de connaissances écrites à des connaissances intégrées dans les habitudes montre que l'adoption du BIM ne vient pas seulement des formations. Elle vient surtout de l'expérience et de la pratique de tous les jours.

4.2.2.3 Transfert, mémoire et capitalisation des connaissances

La mise en liaison entre les propos des répondants sur le BIM et la spirale SECI a démontré de quelle manière cet outil permet de créer de nouvelles connaissances et d'améliorer des expériences existantes au sein d'un projet. Dans cette partie nous mettons le point sur un défi structurel auquel font face les connaissances qui résident dans le caractère éphémère des projets et des équipes de construction, cela veut dire tel que déjà abordé dans la revue de littérature de ce travail, une fois le projet terminé, les

équipes se dispersent, emportant avec elles le savoir acquis. Le P1 identifie cet obstacle comme le principal frein au transfert de connaissances :

« Ça, c'est le gros problème dans les projets de construction, étant donné que les équipes sont éphémères. [...] Donc, les équipes projets changent constamment. [...] D'une phase à l'autre, les équipes vont changer. Donc, entre conception et construction, il y a un gros problème de ce côté-là. » (Participant P1)

Selon lui, la fragmentation des connaissances liées à la rotation permanente des équipes de projet présente un grand problème quant à la fuite des connaissances tacites. Cependant, le P1 admet que le transfert continue à s'exister grâce aux efforts et la bonne volonté des « champions BIM » dans les projets, mais malheureusement ces experts BIM sont souvent responsables informels de la diffusion des bonnes pratiques, chose qui les fatigue à jouer ce rôle sans reconnaissance contractuelle ou valorisation institutionnelle :

« Les gens qui travaillent sur des projets BIM savent que c'est relativement nouveau [...] mais combien de temps ça va durer ? Les champions numériques commencent à être tannés [...] et ils n'ont pas nécessairement la reconnaissance contractuelle ou monétaire par rapport à ça. » (Participant P1)

Pour remédier à cela, et pour soutenir la montée en compétences, le P1 souligne que le transfert des connaissances ne peut pas reposer uniquement sur des individus donc il doit être soutenu par ces mécanismes structurants et formels notamment la formation, déjà portée par les groupes de travail au sein de son organisation. Cette exigence marque un changement de paradigme : l'apprentissage ne doit plus être accidentel ou circonstanciel, mais institutionnalisé :

« Maintenant, il faut mettre l'accent sur la formation, les monter en compétence via des formations. C'est très important. On est en train de travailler là-dessus. Donc, ça, c'est un enjeu. Si on parlait des groupes de travail de la *feuille de route*, un des groupes de travail porte sur la formation. Donc, c'est un enjeu qui a été identifié comme étant un enjeu majeur » (Participant P1)

Ainsi, en se basant sur cette vision de P1, il nous apparaît que le transfert de connaissances est une bonne stratégie pour contrer la nature temporaire des équipes., car il s'agit d'une démarche active pour que la connaissance survive à l'équipe qui l'a produite. Ce transfert prend deux formes. Si le P1 met le point sur un mécanisme structurel pour soutenir le transfert des connaissances, la P2 de sa part met en avant un

mécanisme organisationnel qui consiste à créer une direction centralisée d'experts dont le rôle est de « transporter » les meilleures pratiques d'un projet à l'autre :

« Assurément que l'objectif de l'organisation, c'est en centralisant les experts. Dans une direction, c'est de pouvoir assurer une transversalité ou une uniformité dans les pratiques, dans tous les projets dans lesquels on intervient. C'est l'objectif qu'on est organisé pour cet objectif. » (Participante P2)

Le transfert de connaissances ne désigne pas uniquement le fait de transmettre des connaissances explicites et tangibles tel que les documents ou des procédures mais ce transfert peut prendre aussi une dimension cognitive qui concerne la transmission du « savoir-faire », c'est-à-dire les connaissances tacites mobilisées dans l'action. En outre, c'est sur ce point que la participante P10 souligne la capacité spécifique du BIM à faciliter la mise en visibilité du savoir tacite. Cette capacité tient à la nature à la fois dynamique et visuelle du BIM, qui se matérialise dans le modèle 3D conçu comme un véritable objet frontière. Celui-ci constitue un support partagé qui permet aux acteurs d'observer et de comprendre des gestes professionnels habituellement difficiles à verbaliser. Autrement dit, le BIM rend explicitable ce qui, dans d'autres contextes, resterait enfoui dans l'expérience individuelle :

« Le BIM va être capable, va aider à transposer des connaissances tacites, dans le virtuel. [...] Et je pense que s'il y a une spécificité de BIM, par sa nature visuelle et dynamique, ça va être plus facile à transmettre des connaissances tacites. Donc, ça devient comme vécu, mais dans le virtuel. Mais, ça doit peut-être, oui, je pense que ça peut, oui. Ça peut transmettre les deux types de connaissances, effectivement. » (Participante P10)

Le levier pour surmonter cette réticence est de formaliser la connaissance acquise non pas comme un secret, mais comme un gain d'efficacité partagé. Le P4 confirme que le but est une amélioration continue, où les leçons apprises sont activement réinjectées dans les processus :

« Oui, toutes les nouvelles connaissances qui nous permettent d'établir de nouveaux processus plus efficaces sont toujours appliqués aux autres projets propices. » (Participant P4)

De même, pour faire face à ce défi lié au transfert des connaissances qui dépend de la violence humaine, le P1 met en lumière une autre stratégie qui se traduit par la création d'une mémoire passive basée sur le CDE qui est déjà abordé dans l'axe 1 comme un outil de partage, mais, dans cet axe 2, le P1 le considère

comme un actif de capitalisation, ainsi, ce participant insiste sur le fait que pour que cette mémoire soit pérenne, elle doit appartenir au donneur d'ouvrage, qui est le seul acteur permanent :

« ...idéalement, c'est le donneur d'ouvrage qui le met en place et c'est lui qui le conserve à la fin. » (Participant P1)

Toutefois, le simple fait de conserver l'information ne garantit pas sa valeur future, donc une mémoire n'est pas une capitalisation. La P2 apporte une nuance critique : sans gestion stratégique, l'accumulation de données mène à « l'effet poubelle », ce qui rend la mémoire inutilisable :

« Il y a le côté positif. On a des données, donc on peut prendre des décisions sur des données probantes. Mais, des fois, je trouve qu'il y a aussi l'effet poubelle. C'est comme un gros stockage de données mal indexées, dont on ne sait pas qu'on va avoir besoin un jour. Pour lequel on n'a pas de stratégie de gestion de ces données-là. » (Participante P2)

Après avoir transféré et mémorisé les connaissances, vient l'étape finale qui est la capitalisation, et qui consiste à transformer ces informations accumulées en enseignements opérationnels qui visent à améliorer d'une manière durable les pratiques organisationnelles. Autrement dit, la capitalisation ne se limite pas à conserver des données mais elle implique un travail d'interprétation, de structuration et de réutilisation destiné à produire des règles, des standards et des retours d'expérience intégrables dans les projets futurs.

Selon la P10, une organisation qui capitalise est avant tout une organisation qui apprend de ses projets et qui ajuste ses demandes en fonction de ce qui est réellement utile. Elle montre que, lorsqu'on analyse correctement les données issues des projets précédents, on peut éviter les exigences démesurées et se concentrer sur ce qui apporte de la valeur. Une telle organisation gagne du temps, économise des ressources et travaille de façon plus efficace.

Pour atteindre ce niveau, le P4 souligne ensuite l'importance d'une vision stratégique globale et d'une standardisation du processus BIM, afin que tous les acteurs adoptent des pratiques cohérentes du début à la fin du projet :

« S'assurer que les provinces et pays adopte une standardisation BIM pour chaque projet. Autant du côté conception que construction. Du premier plan à la dernière pièce installée au chantier. » (Participant P4)

Enfin, la P1 projette cette capitalisation sur son horizon le plus long qui est le cycle de vie complet de l'actif. Le « passeport des matériaux » est l'exemple ultime où la mémoire du projet devient une connaissance sociétale, utile des décennies plus tard :

« Finalement, aussi, avec le fameux passeport des matériaux, donc documenter les différents matériaux de construction, on pense vraiment à long terme, mais quand on va en venir à déconstruire, on ne dit plus démolir, mais on dit démonter les bâtiments existants pour récupérer des matériaux et pouvoir les recycler. » (Participant P1)

En conclusion, la capitalisation du savoir au-delà du projet est un processus à trois volets qui exige plus qu'un outil, il requiert un transfert organisationnel et cognitif pour contrer la dispersion des équipes, une mémoire stratégiquement gérée qui évite « l'effet poubelle » et connecte le réel au virtuel, et des processus de capitalisation qui transforment les données de projet en « leçons apprises » et en gains mesurables.

4.2.2.4 Synthèse axe 2

En somme, pour synthétiser l'ensemble des résultats tirés de ce deuxième axe nous mettons d'abord le point sur le fait que les propos des répondants ont révélé que le BIM joue le rôle d'un véritable levier de création, de structuration et de capitalisation des connaissances au sein des organisations de construction publique. À cela s'ajoute sa capacité à prendre le chapeau d'un dispositif sociotechnique qui contribue à la construction d'une compréhension collective du projet et au soutien des dynamiques d'apprentissage organisationnel. Pareillement, comme souligné par les répondants, le fait que cet outil procède à une représentation tridimensionnelle, cela lui permet d'agir comme un « objet frontière » qui est capable d'aider les acteurs à partager une vision commune du projet et, par conséquent, coconstruire le sens. Cette visualisation commune facilite la communication interdisciplinaire, réduit les interprétations divergentes et soutient la création de sens collectif qui est le fondement du *sensemaking* organisationnel.

Le BIM alimente également la spirale de création de connaissances décrite par Nonaka et Takeuchi (1995). Il favorise la socialisation des savoirs tacites à travers les interactions entre professionnels, l'externalisation des connaissances implicites en documents explicites, la combinaison d'informations multiples issues de la maquette numérique en nouvelles pratiques organisationnelles, et l'internalisation de ces savoirs dans les routines de travail. Ce processus dynamique transforme l'information en savoir, et le savoir en apprentissage collectif, ce qui renforce la capacité des organisations à innover et à s'adapter.

Toutefois, cette production de connaissances est freinée par la nature fragmentée du secteur de la construction, où les équipes changent d'un projet à l'autre malgré les efforts du BIM à modérer cette fragilité grâce à la création d'une mémoire numérique commune au sein du CDE, qui conserve les modèles, les décisions et les processus. Cette mémoire partagée soutient la continuité des apprentissages, le transfert des savoirs et la capitalisation de l'expérience organisationnelle.

Pour synthétiser l'ensemble de ces résultats, nous avons élaboré le schéma 4.2 ci-dessous, qui illustre la dynamique de création, de structuration et de capitalisation des connaissances soutenue par le BIM dans les organisations de construction publique. Ce schéma met en évidence une articulation progressive et intégrée entre plusieurs mécanismes de gestion des connaissances activés par le BIM.

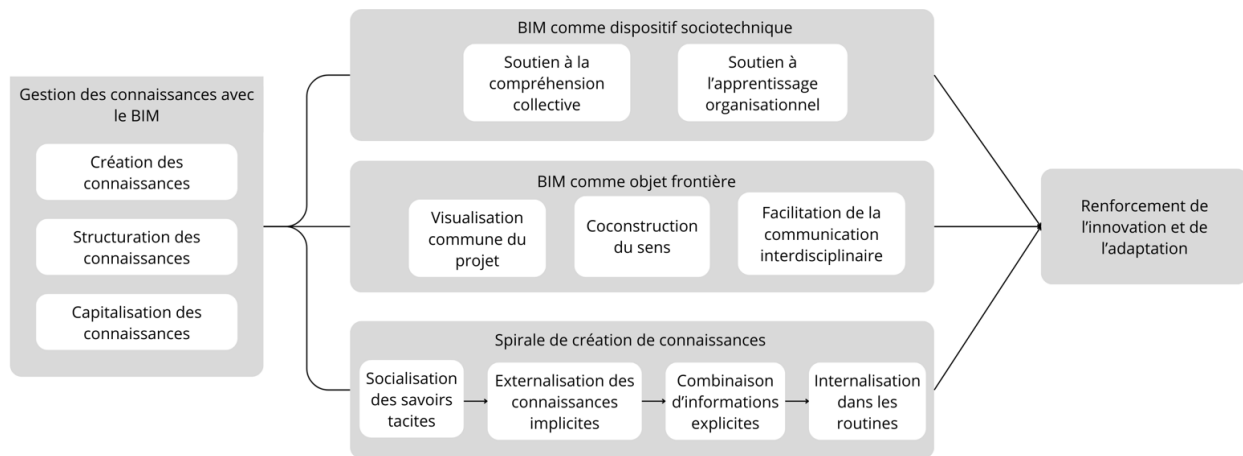


Figure 4.2 Synthèse de l'axe 2 : BIM comme dispositif sociotechnique de création et de capitalisation des connaissances

Premièrement, le BIM est un outil de gestion des connaissances, il permet de produire, d'organiser et de capitaliser les connaissances produites au cours du cycle de vie du projet. Par la modélisation numérique et les outils collaboratifs associés, il permet de formaliser les données des pratiques professionnelles et de les organiser dans des référentiels partagés.

Dans un deuxième temps, le BIM dépasse son aspect technique pour devenir un dispositif sociotechnique, en permettant la compréhension partagée du projet, en nourrissant les processus d'apprentissage organisationnel et en contribuant à l'alignement cognitif des acteurs. Cette fonction est accentuée par le caractère tridimensionnel et visuel de la maquette numérique qui permet au BIM d'être un objet frontière pour la visualisation partagée du projet.

Par ailleurs, la figure 4.2 montre l'insertion du BIM dans la spirale de création de connaissances de Nonaka et Takeuchi (1995). Les interactions entre acteurs favorisent la socialisation des connaissances tacites, la formalisation des pratiques et des choix dans la maquette numérique favorise l'externalisation des connaissances implicites. La combinaison des connaissances explicites de différentes disciplines conduit ensuite à leur incorporation dans les routines organisationnelles, permettant ainsi l'internalisation de l'apprentissage collectif et l'émergence de nouvelles pratiques. Ainsi, l'ensemble de ces processus contribuent à renforcer la capacité d'innovation et d'adaptation des organisations de construction publique.

La présentation des résultats a permis de mettre en évidence les pratiques concrètes de partage d'information et les usages du BIM au sein des projets étudiés. Toutefois, ces données descriptives doivent maintenant faire l'objet d'une analyse approfondie pour en saisir la portée théorique. Le chapitre suivant, consacré à la discussion, aura pour objectif de confronter ces observations de terrain avec le modèle SECI et les concepts de sensemaking abordés dans notre revue de littérature. Il s'agira de comprendre comment la technologie BIM transforme réellement la conversion des connaissances et d'interpréter les divergences constatées par rapport aux cadres théoriques existants.

CHAPITRE 5

DISCUSSION

Ce chapitre de discussion vise à analyser et mettre en perspective les résultats empiriques obtenus à la lumière de la littérature scientifique, afin de répondre aux deux questions de recherche qui orientent ce mémoire.

Dans une approche interprétativiste, il ne s'agit pas de juger de l'efficacité du BIM de manière générale et normative, mais de comprendre comment les acteurs donnent sens à son utilisation et comment ces interprétations se traduisent ou non en pratiques de partage d'information et de production de connaissance. Les résultats sont donc à interpréter comme des lectures situées, contextualisées dans un environnement organisationnel, institutionnel et relationnel particulier et non comme des observations généralisables. Cette posture permet de confronter les promesses du BIM telles qu'elles sont présentées dans la littérature aux usages et aux significations élaborés par les acteurs sur le terrain.

Pour la première question de recherche, nous avons consacré la section 5.1 (axe 1) au traitement des changements informationnels tenus par le BIM et ceci, par le fait de montrer comment la maquette numérique, le CDE et les dispositifs de coordination formalisés sont capables de transformer à la fois les flux d'information, la transparence et les modes de collaboration dans les projets publics

Au niveau de la section 5.2 (axe 2), nous avons traité la deuxième question de recherche, et au niveau de laquelle nous avons fait ressortir que le BIM est vu comme un dispositif cognitif de construction du sens collectif et de génération de connaissances. En s'appuyant notamment sur le modèle SECI de Nonaka et Takeuchi (1995), cette section montre comment le partage d'informations permis par le BIM favorise la socialisation, l'extériorisation, la combinaison et l'internalisation. Les résultats montrent donc que le BIM ne transforme pas seulement l'accès à l'information, mais qu'il contribue également à la constitution d'une mémoire organisationnelle et à l'apprentissage de nouvelles compétences collectives.

En croisant ces deux niveaux d'analyse (informationnel et cognitif), ce chapitre montre que le BIM participe à une transformation des pratiques collaboratives, des apprentissages et des flux de connaissances dans les projets publics, son impact donc dépasse l'amélioration technique des échanges.

5.1 Les transformations informationnelles induites par le BIM

5.1.1 Reconfigurations des flux d'information dans les projets de construction publics

Dans cette section de notre chapitre discussion nous aborderons la manière dont le BIM peut transformer la circulation de l'information et la coordination opérationnelle entre les acteurs et ceci dans l'objectif de poser les bases nécessaires pour comprendre dans les sections suivantes, les effets de cette nouvelle dynamique sur la transparence et la gouvernance.

Les données que nous avons recueillies des entrevues montrent un lien positif entre le BIM et l'amélioration des flux d'information entre les acteurs des projets de construction publics. Ce constat trouve un écho chez Mi et Li (2024), qui eux aussi soulignent que le BIM fonctionne comme une plateforme numérique centralisée qui permet un partage d'information en temps réel, renforçant ainsi la coordination entre les acteurs et réduisant les erreurs et incohérences. Cette amélioration s'explique par la disponibilité continue des données et leurs mises à jour dynamiques accessibles à toutes les parties prenantes. Ainsi, cette dynamique rejoint les observations de Nepal et Staub-French (2016), qui indiquent que le BIM contribue à la représentation, l'échange et la réutilisation de l'information tout au long du cycle de vie du projet.

Toutefois, une lecture plus critique de ces résultats invite à nuancer cette convergence avec la littérature. En effet, si le BIM est largement présenté comme un levier d'amélioration des flux d'information, plusieurs travaux soulignent que ces effets demeurent contingents et souvent partiels dans les pratiques réelles (Gu et London, 2010 ; Liu et al., 2017). Dans cette perspective, nos résultats suggèrent que l'amélioration observée ne relève pas uniquement des propriétés intrinsèques du BIM, mais dépend des conditions dans lesquelles il est mis en œuvre.

De même, une mise en perspective critique de ces résultats suggère que cette centralisation reste tributaire de contingences juridiques propres au secteur public. Contrairement à la fluidité théorique décrite par la littérature, l'impossibilité d'imposer un logiciel unique au Québec (pour respecter la libre concurrence) crée une fragmentation « par design » que le BIM peine à combler totalement, ce qui rend la circulation de l'information parfois plus complexe qu'en mode traditionnel.

Dans cette continuité de perspective, Liu et al. (2017), de leur côté perçoivent le BIM comme étant un système sociotechnique qui favorise la manière dont l'information est générée, gérée et partagée. A cela s'ajoute les constats de Mi et Li (2024), qui démontrent que cet outil détient la fonction d'être comme une

plateforme numérique centralisée qui favorise la collaboration entre les acteurs, ce qui montre que le BIM dépasse son rôle en tant qu'outil numérique, mais il nous permet d'exploiter et de réutiliser l'information directement à partir des modèles (Singh et al., 2011 cités dans Liu et al., 2017).

Par ailleurs, le BIM se positionne comme un « artefact numérique interconnecté », jouant le rôle d'un objet frontière (Papadonikolaki et al., 2019). Pour clarifier sa portée théorique, il faut le concevoir comme un dispositif cognitif articulé autour de trois dimensions :

- Informationnelle : le stockage et l'accès aux données brutes ;
- Organisationnelle : la définition des rôles et des processus de travail ;
- Interprétative : la capacité des acteurs à construire un sens commun à partir du modèle.

Cette distinction permet de comprendre que le BIM ne se contente pas de déplacer des données, il restructure la manière dont les acteurs pensent et résolvent les problèmes de construction.

Empiriquement, les répondants que nous avons interrogés ont souligné que le model partagé permet de réduire les silos informationnels. En effet, la mise en commun d'un environnement numérique structuré encourage une communication plus fluide et une compréhension alignée des enjeux (Mi et Li, 2024). En plus de ce soutien à la collaboration, la P9 constate une autre valeur ajoutée du BIM qui réside dans le fait que cet outil ne se limite pas à soutenir la collaboration, mais il l'impose sur plusieurs aspects du projet et fonctionne comme un cadre organisationnel qui force les professionnels à coordonner leurs actions, notamment à travers des procédures obligatoires comme la « *clash detection* » (P9), ce qui explique que le BIM devient un mécanisme structurant qui peut organiser le travail collectif et surtout permettre aux équipes à vérifier les conflits, à communiquer et à résoudre les problèmes en amont. Donc, ceci conduit à une « coordination forcée » (P9) mais dans le bon sens car cela devient un moyen d'améliorer la qualité du projet et de réduire les risques d'erreur, plutôt qu'une contrainte supplémentaire.

Cette conclusion trouve une position dans la littérature et précisément chez Ghaffarianhoseini et al. (2017) qui explique que le fait que le BIM assure la continuité de l'information, cela contribue à réduire les demandes d'information, les conflits techniques, les erreurs et les incohérences, et ceci grâce notamment à la détection automatisée des interférences, ce qui améliore la coordination interdisciplinaire et la performance globale des projets. Dans cette perspective, le BIM permet de modifier l'organisation du travail par le fait de diminuer les risques liés à une coordination insuffisante et renforcer l'alignement des acteurs.

Plus précisément, au niveau de nos résultats empiriques le P1 a soulevé un point important concernant le fait que le CDE représente une « source de vérité » (P1) du projet, c'est-à-dire le référentiel unique où l'information est tenue à jour et accessible à tous. Cette observation rejoint les conclusions de Mi et Li (2024), qui soulignent que la mise en place d'une source unique d'information au sein d'un CDE constitue un élément primordial.

En somme, dans cette première section nous avons discuté nos données empiriques sur la transformation des mécanismes d'échange et de structuration de l'information et nous les avons mis en dialogue avec la littérature scientifique existante. Or, la section suivante s'appuiera sur ces constats pour approfondir un effet spécifique de ces changements qui concerne l'émergence d'une nouvelle forme de transparence numérique et de visibilité collective.

5.1.2 Transparence numérique et nouvelles formes de visibilité collective

Dans cette section nous aborderons une conséquence majeure liée à la transformation des flux d'information par le BIM tel qu'abordé dans la section précédente et qui réside dans l'émergence d'une transparence numérique. L'enjeu est de comprendre comment la circulation des données crée une nouvelle visibilité collective et renforce la confiance entre les acteurs.

En termes d'accessibilité, les résultats indiquent que le BIM permet de changer la manière dont l'information devient accessible et vérifiable. Par ailleurs, les participants mettent une lumière sur l'amélioration de visibilité grâce aux mises à jour régulières et au partage des modèles et concrètement, cela permet de suivre l'évolution du projet et le travail de chacun dans un espace partagé. Ce constat s'inscrit dans la lignée de Yin (2024) sur l'importance de centraliser l'information, ainsi que Liao et al. (2025), pour qui la synchronisation des modèles assure la cohérence des données.

Pour que cette transparence fonctionne, une condition essentielle a été soulignée par les répondants qui se traduit par la nécessité de l'exactitude et la mise à jour des données, car la transparence ne repose donc pas seulement sur la visibilité, mais sur la rigueur des données (Rahayu et Sulistyowati, 2024) et la fiabilité des flux pour éviter les retards (Zhao, 2009). De même, les propos des participants confirment également l'analyse d'Ali et al. (2022), qui soulignent l'importance d'une gestion stricte des versions et d'une discipline collaborative.

Il apparaît que l'efficacité de cette transparence dépend de conditions de contingence culturelles et organisationnelles. Par exemple, dans les structures où la hiérarchie est rigide ou la culture de l'erreur

punitive, la visibilité offerte par le BIM est perçue comme un outil de surveillance plutôt que de collaboration. À l'inverse, dans un environnement favorisant l'apprentissage collectif, cette même technologie renforce la confiance. L'effet du BIM n'est donc pas uniforme : il est médié par le climat social préexistant de l'organisation.

Parallèlement, cet accès partagé contribue progressivement à établir la confiance. Si certains intervenants hésitent initialement à montrer un travail non finalisé tel que souligné par le P3, cette crainte diminue avec l'expérience et l'apprentissage collectif, jusqu'à ce que la transparence soit perçue comme un soutien plutôt qu'un risque. Cette dynamique prolonge l'analyse de Che Ibrahim et al. (2019), qui identifient la confiance et la communication comme facteurs clés du partage d'information en contexte BIM, ainsi que celles de Cheng et al. (2023), pour qui un niveau d'application BIM plus élevé renforce les normes collaboratives et la capacité des équipes à partager leurs connaissances.

Cependant, bien que le partage ouvert de l'information contribue à renforcer la coopération, les rôles et les obligations de chaque acteur doivent clairement être établis. De plus, un équilibre entre coûts et bénéfices perçus, et un cadre d'incitation pour limiter l'opportunisme lié à l'asymétrie d'information jouent un rôle important pour favoriser la volonté de partage tel que souligné dans les analyses d'An et al. (2025), qui montrent que la volonté de partager repose sur un équilibre entre les coûts et les bénéfices perçus, et qu'un cadre d'incitation est nécessaire pour limiter l'opportunisme lié à l'asymétrie d'information. Également, cette perspective éclaire les propos de P1, qui souligne que l'engagement au partage ne peut se maintenir sans soutien organisationnel adéquat, car les acteurs les plus investis finissent par s'essouffler lorsque leurs efforts ne sont pas valorisés. Ainsi, la transparence observée dans les projets publics étudiés ne dépend pas seulement des capacités techniques du BIM, mais aussi et surtout de l'existence d'incitatifs organisationnels qui rendent le partage d'information réellement viable et durable.

En ce qui concerne la transparence, le travail dans un environnement commun oblige implicitement les acteurs à vérifier leurs données, car l'historique des modifications assure une traçabilité totale (Cocco et Tonelli, 2024 ; ; Lee et al., 2021 ; Yin, 2024), chose qui favorise la responsabilité collective. Pour être efficace, cette transparence doit être encadrée par une gouvernance claire qui définit les droits d'accès et les responsabilités (Alreshidi et al., 2017 ; Rezgui et al., 2025), afin d'éviter les blocages décisionnels (Guo et al., 2019).

Enfin, nos résultats du terrain mettent en évidence des limites à la transparence numérique, principalement liées aux écarts de maturité entre équipes. Certains acteurs peinent à interpréter

correctement le modèle, ce qui peut freiner l'échange d'information. Cette observation converge avec les constats de Matheus et al. (2021) et d'Ifenthaler et Egloffstein (2020), qui soulignent que la maturité numérique constitue un facteur critique pour assurer une collaboration efficace dans les environnements numériques.

Nous constatons sur la base de l'ensemble de ces éléments que la transparence numérique observée dans cette recherche repose à la fois sur des pratiques rigoureuses, des mécanismes de traçabilité et une culture de confiance. Cette transparence n'est pleinement réalisable que lorsqu'elle est soutenue par un cadre de gouvernance robuste, ce que la section 5.1.3 examine en détail.

5.1.3 Gouvernance, régulation et alignement institutionnel

Après avoir examiné la reconfiguration des flux d'information (5.1.1) et les dynamiques de transparence qu'elle rend possibles (5.1.2), cette sous-section élargit l'analyse vers les dimensions institutionnelles et normatives. Elle montre comment les organisations de construction publique encadrent et structurent l'intégration du BIM.

Tout d'abord, les résultats invitent à considérer que le BIM devient un enjeu de gouvernance étant donné qu'il permet d'organiser les projets et d'assurer un alignement institutionnel ce qui indique que cet outil dépasse le cadre technique. En outre, les participants soulignent la nécessité d'un cadre normatif pour assurer la réussite du BIM, mais son efficacité est toujours limitée par une appropriation opérationnelle encore inégale. Ce constat fait écho à la littérature sur la gouvernance BIM (GBIM), où Alreshidi et al. (2017) insistent sur le fait que la gestion de l'information doit être envisagée comme un processus qui couvre l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, en définissant clairement les droits et responsabilités des différentes parties prenantes. Au niveau de nos résultats empiriques, les propos des donneurs d'ouvrage publics, qui adoptent une vision à long terme de la gestion de l'actif immobilier, convergent avec cette approche.

L'engagement gouvernemental québécois se traduit par un cadre stratégique et financier structurant, à travers le *Plan québécois des infrastructures 2025-2035* (Gouvernement du Québec, 2025) et la *Feuille de route gouvernementale pour le BIM* (Gouvernement du Québec, 2024). Cette *Feuille de route* est largement reconnue par les participants comme un mécanisme qui contribue à déterminer l'harmonisation et la normalisation des pratiques. De même, ces éléments rejoignent les conclusions de

Zhao et al. (2024), qui insistent sur l'importance de cadres organisationnels robustes pour soutenir la collaboration entre multiples acteurs.

Dans ce contexte, les participants mettent en lumière la volonté institutionnelle d'encadrer la gestion de l'information numérique et ceci grâce à l'adoption d'un cadre de référence commun aligné sur les normes ISO 19650 qui désigne l'adoption d'un système structuré de gestion de l'information tout au long du cycle de vie d'un projet. Ce cadre définit des principes, processus et responsabilités normalisés afin d'assurer une production, un échange et un stockage cohérents et collaboratifs des données (Abanda et al., 2025). Ainsi, Comme l'indiquent Hussain et al. (2024), un cadre de gouvernance bien défini constitue un levier essentiel pour structurer les processus et soutenir l'exécution des projets d'infrastructure publique. Toutefois, les participants reconnaissent que cette adoption reste surtout théorique, à cause des coûts, de la complexité et de l'inaccessibilité de la norme, chose qui montre un décalage important entre les mécanismes de gouvernance stratégique (normes, politiques, exigences institutionnelles) et les réalités de la gouvernance opérationnelle (pratiques quotidiennes, contraintes de terrain). Donc cette friction entre l'intention normative et l'appropriation réelle illustre les observations de Zhao et al. (2024), qui mettent en évidence que la standardisation ne certifie pas obligatoirement un usage opérationnel harmonieux, et s'inscrit dans un contexte plus large de fragmentation structurelle du secteur québécois de la construction, largement analysé par Bourgault et al. (2020).

Cet écart nous permet donc de penser à une tension structurelle des organisations publiques, où la gouvernance du BIM se formalise en amont par des cadres normatifs et stratégiques, sans que les conditions opérationnelles de leur mise en œuvre soient réunies. Donc base sur ce constat, il nous apparaît que la gouvernance BIM est un dispositif prescriptif qu'un dispositif capacitant, ce qui limite sa capacité à transformer les pratiques quotidiennes. Le terrain montre que l'alignement institutionnel n'est pas une question d'adoption de normes ou de référentiels, mais d'articulation entre exigences formelles, ressources et capacités organisationnelles réelles. Cette analyse conduit donc à nuancer les méthodes de gouvernance BIM centrées sur la normalisation, en soulignant que dans le secteur public, l'efficacité des cadres réglementaires dépend de leur applicabilité opérationnelle.

Un autre cadre normatif est souligné par les participants qui concerne le BEP qui est souvent considéré comme un outil essentiel qui permet de clarifier les rôles et les responsabilités tel que mis en avant par la P6 et la P7. En outre ces répondants illustrent une tension entre l'importance du BEP et la manière dont il est considéré comme une « couche ajoutée » plutôt que comme un élément intégré contractuellement.

Ce constat rejoint les conclusions d'Alreshidi et al. (2017), qui identifient les barrières contractuelles comme un obstacle majeur à l'intégration du BIM.

La perception qui a été donnée au BEP comme étant un artefact additionnel plutôt que comme un instrument structurant nous illustre une limite importante de normalisation actuelle du BIM dans les projets publics, car elle avance que les outils de gouvernance BIM peinent à s'intégrer dans les dispositifs contractuels existants, et restent à la périphérie des mécanismes formels de coordination et de responsabilisation. Dès lors, le BEP joue davantage un rôle symbolique ou déclaratif qu'un rôle réellement opérationnel, ce qui affaiblit sa capacité à orienter les pratiques collaboratives. De même, le terrain révèle alors que l'intégration contractuelle est un levier majeur mais sous-utilisé de la gouvernance BIM, notamment dans un contexte public très normé.

Pour surmonter ces défis, les répondants, en particulier P11, P7 et P1, soulignent l'importance d'une gouvernance opérationnelle solide, appuyée par des compétences spécialisées et un alignement culturel. De même, la P11 estime indispensable la présence d'un gestionnaire BIM ou d'une équipe BIM, ce qui fait écho aux recherches de Sampaio et al. (2023) qui voient ce rôle comme essentiel pour l'intégration, la coordination et le contrôle de la qualité de l'information. L'exigence de « champions BIM » (P1) souligne aussi le besoin d'acteurs qui peuvent traduire la stratégie en actions. Par ailleurs, les formes de gouvernances que nous avons tirées des résultats ne s'arrêtent pas dans la gouvernance stratégique ou opérationnelle, mais la gouvernance relationnelle se montre aussi importante. Par exemple, la P2 souligne l'importance d'une coalition transversale, Rezgui et al. (2025) rappellent que la gestion d'un écosystème numérique nécessite une définition précise des rôles et des interactions. Aussi, Cheng et al. (2023) démontrent que les normes relationnelles (partage d'information, flexibilité et solidarité) facilitent la collaboration. Ils observent aussi que le degré d'implémentation du BIM accentue l'impact positif de ces normes sur la collaboration inter-organisationnelle.

Toutefois, tel que souligné par la P7, la transformation ne pourra être pleinement réalisée qu'en assurant une intégration contractuelle explicite des exigences BIM (Alreshidi et al., 2017) et un développement adéquat des compétences (Adel et al., 2022 ; Sampaio et al., 2023). Les travaux de Liu et al. (2017) rappellent en effet que le BIM n'élimine pas automatiquement la fragmentation, mais son efficacité dépend de la capacité des organisations à transformer leurs pratiques internes. De plus, cette adaptation est difficile, car le BIM requiert une traduction et une gouvernance continues (Papadonikolaki et al., 2019), et la collaboration entre disciplines reste un défi (Gu et London, 2010).

Ainsi, les résultats invitent à considérer que la réussite du BIM dépend d'un alignement institutionnel et contractuel capable de soutenir les nouvelles pratiques collaboratives, mais aussi de la capacité des organisations de la construction publique à développer les compétences nécessaires pour une appropriation effective.

5.1.4 Les barrières à la mise en place du BIM

Un premier frein majeur est la persistance des méthodes 2D alors que les modèles 3D sont disponibles. Plusieurs répondants mentionnent que les échanges d'information demeurent très axés sur des plans traditionnels. Le P8 observe que certains acteurs restent attachés aux plans papier, tandis que la P10 note que les modèles 3D existants ne sont pas toujours utilisés. Cette cohabitation 2D/3D montre que le BIM est officiellement présent dans les projets, mais que les habitudes traditionnelles, bien ancrées, persistent. À cet égard, les entretiens révèlent également que les barrières humaines apparaissent comme les plus fréquentes, dont le P1 qui insiste sur la difficulté à modifier des routines professionnelles solidement ancrées, les individus « retombant dans leurs anciennes habitudes », et le P8 attribue cette résistance au changement à la « nature humaine » elle-même.

De son côté le P4 ajoute une autre dimension à ce constat en parlant d'une contrainte avant tout humaine et organisationnelle : « ça va toujours à la vitesse du plus lent ». Par cette métaphore, il met en évidence que l'adoption du BIM est limitée par le pas de l'acteur le moins capable de changer ses habitudes, ce qui freine l'ensemble du collectif. Donc, le passage au 3D ne se résume pas à la disponibilité technique des modèles, mais à l'appropriation effective par tous les acteurs du projet. Ce résultat concorde avec les observations de la littérature, selon lesquelles les organisations ont tendance à s'appuyer sur leurs routines même en présence d'environnements 3D. Premièrement, Vidalakis et al. (2020) montrent que, malgré la promotion du BIM, la plupart des entreprises utilisent encore le CAD 2D et que son adoption est lente, surtout dans les petites entreprises. De même, Jin et Li (2023) observent que, dans les projets réels, les équipes travaillent souvent dans un environnement hybride 2D CAD et 3D BIM, ce qui indique une adoption partielle du BIM plutôt qu'une adoption complète. Littérairement, ce constat est repris par Gu et London (2010) qui mettent également en avant un décalage entre le potentiel du BIM et son utilisation réelle, car les échanges d'informations se font souvent sur des dessins 2D malgré un travail en 3D, ce qui rejoint également les observations de Liu et al. (2017) qui démontrent que même si le BIM établit une intégration technique autour d'un modèle partagé, les organisations demeurent fragmentées si les équipes continuent de travailler de manière isolée.

Enfin, Byun et Sohn (2020) rappellent que le 2D est encore très présent dans les pratiques industrielles en raison de l'inertie administrative et des processus institutionnels qui s'appuient toujours sur des plans 2D. Ces constats expliquent pourquoi, même dans les projets publics où des modèles 3D sont produits, les échanges et validations se font encore majoritairement sur les plans.

En plus de confirmer ce que les études précédentes ont déjà montré, ces résultats invitent à nuancer l'idée selon laquelle la faible adoption du BIM se découle principalement d'un manque d'outils ou de standards techniques. Le terrain étudié montre que, même lorsque des modèles 3D sont disponibles et que les exigences BIM sont formellement intégrées aux projets, les pratiques professionnelles demeurent largement structurées par des routines antérieures et par des logiques organisationnelles héritées.

Ainsi, l'adoption du BIM apparaît moins comme un problème technologique que comme un processus d'appropriation sociale et organisationnelle, dans lequel les habitudes, les compétences et les rapports au changement jouent un rôle déterminant.

Les barrières humaines liées aux compétences constituent également un frein important. Les entretiens révèlent que la maîtrise des outils reste hétérogène, ce qui conduit à une utilisation superficielle ou partielle du BIM. Cette hétérogénéité rejoint les observations de la littérature, dont plusieurs études mettent en évidence que, bien qu'il existe une sensibilisation, les professionnels ont un faible niveau de compétence dans l'utilisation des logiciels et dans la réalisation des tâches BIM (Adam et al., 2021). La P9 parle donc d'une différence entre professionnels, ce qui confirme les études qui montrent que le manque de compétences techniques est l'un des principaux obstacles à l'adoption du BIM (Saka et Chan, 2023). Par ailleurs, la P10 précise que la résistance au changement est plus due à un manque de formation qu'à un rejet de la démarche. Les recherches confirment cette lecture, l'engagement dans la formation BIM reste faible, alors que le niveau d'information ou d'intérêt est assez élevé (Adam et al., 2021). Plusieurs auteurs soulignent que l'adoption est entravée par un manque de formation, de sensibilisation au BIM et de soutien institutionnel (Ismail et al., 2017 cités dans Adam et al., 2021).

Ces résultats suggèrent que la question des compétences dépasse le cadre individuel et relève d'un enjeu organisationnel plus large. L'hétérogénéité des niveaux de maîtrise contribue à une adoption fragmentée du BIM, et limite son potentiel collaboratif et contraigne les pratiques au niveau du moins formé.

Enfin, le P8 met en avant qu'une confiance aveugle aux outils peut entraîner une perte de vigilance, car certains individus pensent que les technologies agiraient seules sans surveillance humaine. Les documents

montrent que des erreurs, des incohérences de données ou des interprétations erronées peuvent se produire lorsque l'utilisation mal maîtrisée ou trop automatisée du BIM se substitue à l'analyse critique (Saka et Chan, 2023). Ces dangers montrent que l'automatisation demande au contraire une vigilance renforcée pour prévenir les mauvaises interprétations et les dérives du processus numérique.

Le terrain montre ainsi que l'automatisation ne réduit pas la responsabilité humaine, mais la reconfigure, en rendant la capacité d'interprétation et de contrôle critique encore plus centrale dans les usages du BIM.

À ces freins humains s'ajoutent des obstacles organisationnels qui rendent difficile l'adoption du BIM. Le P6 met ainsi en avant une tension forte : l'absence de postes ou de structures BIM, ce qui implique que les équipes doivent porter la transition en plus de leurs tâches habituelles. Cette surcharge est bien documentée dans la littérature, plusieurs études démontrant que le BIM accroît la charge de travail initiale, car il nécessite un effort supplémentaire pour créer les modèles et les rendre compatibles (Selvanesan et Satanarachchi, 2023). Par ailleurs, l'absence de ressources internes compétentes accentue la dépendance à quelques experts, un défi également identifié dans les recherches récentes qui mettent en évidence le manque de professionnels qualifiés pour soutenir l'adoption du BIM (Lourenço et al., 2025). En outre, le manque de soutien de la direction renforce ces problèmes. Comme le souligne la P7, « le plus gros frein » est le manque d'engagement des dirigeants, qui ne sont pas équipés pour accompagner la transformation. Ce résultat est en accord avec plusieurs études qui démontrent que les entreprises qui ont une faible maturité BIM sont celles où le soutien de la direction est faible (Siebelink et al., 2021). De plus, même lorsque le soutien est verbalisé, les dirigeants n'offrent pas la direction, les objectifs clairs ou les ressources nécessaires, ce qui entrave l'alignement stratégique et laisse trop de latitude aux chefs de projets (Siebelink et al., 2021).

De même, la P10 souligne aussi un paradoxe courant : des entreprises imposent le BIM, mais les gestionnaires ne disposent pas de la formation ni du soutien nécessaire pour l'utiliser efficacement. Les recherches le confirment, les utilisateurs y compris les responsables de projet manquent souvent de compétences, de temps et de dispositifs efficaces de transfert de connaissances pour s'approprier les outils BIM, ce qui freine leur diffusion interne (Siebelink et al., 2021).

Enfin, des barrières techniques importantes persistent et freinent l'appropriation du BIM au quotidien. Le P1 décrit la difficulté d'assurer l'interopérabilité entre les logiciels utilisés dans les projets de construction publics, notamment entre Autodesk et Dassault Systèmes, qu'il qualifie de « casse-tête ». Ainsi, les formats neutres comme l'IFC ne résolvent pas complètement ces difficultés, comme le montrent plusieurs travaux

qui mettent en évidence des pertes de données, des objets manquants ou des divergences d'interprétation entre logiciels lors des échanges IFC, en raison notamment des mécanismes internes de mappage propres à chaque plateforme (Ghadiminia et al., 2022 ; Khattra et Jain, 2024).

Les études de transfert entre modèles confirment que ces limitations conduisent à des incohérences, des éléments déconnectés ou des erreurs géométriques qui nécessitent des corrections manuelles (De Gaetani et al., 2020). À ces difficultés s'ajoutent des enjeux croissants de cybersécurité et de souveraineté numérique (P1, P7). La littérature souligne que les données produites et échangées via les environnements BIM incluent des informations sensibles telles que les fichiers de conception, la propriété intellectuelle, les documents contractuels ou encore des données financières et personnelles, ce qui en fait des cibles privilégiées pour les attaques informatiques (Ghadiminia et al., 2022 ; Lalropuia et al., 2025).

Des incidents documentés montrent que des modèles ou documents BIM peuvent être exploités à des fins malveillantes, comme le vol de plans de bâtiments stratégiques durant leur construction (Lalropuia et al., 2025). Dans ce contexte, plusieurs travaux soulignent que les organisations demeurent vulnérables lorsque la gestion ou l'hébergement des données dépend de solutions externes, notamment celles opérées par des fournisseurs privés, ce qui soulève des préoccupations quant au contrôle effectif de l'information (Lalropuia et al., 2025). Ces risques sont aggravés par la multiplicité des acteurs et des outils dans les projets AEC, qui complexifie la gestion des droits d'accès et augmente les risques liés aux usages internes malveillants ou non maîtrisés : des intervenants disposant d'un accès légitime peuvent, intentionnellement ou non, compromettre la confidentialité, l'intégrité ou la disponibilité des données (Ghadiminia et al., 2022 ; Lalropuia et al., 2025).

D'autre part, la P7 constate que les plateformes actuelles sont encore peu développées et qu'aucune ne répond entièrement aux besoins des organisations publiques. De plus, les règles des marchés publics ne permettent pas d'imposer une seule plateforme (P6). Les organisations doivent donc utiliser plusieurs outils différents, ce qui complique leur compatibilité entre eux et augmente les risques de perte de contrôle organisationnel.

Les résultats mettent également en lumière un aspect encore peu exploré dans la littérature qui réside dans le fort rôle des règles des marchés publics dans la configuration des pratiques BIM. Cela dit, que le fait de ne pas pouvoir imposer une plateforme unique ou des outils spécifiques conduit les organisations à composer avec une multiplicité de logiciels et d'environnements numériques. De plus, Cette contrainte n'est pas seulement organisationnelle, mais juridique, ce qui restreint les approches de standardisation,

rend l'interopérabilité difficile, fragmente les flux d'informations et augmente les risques de dépendance à des acteurs techniques. Par conséquent, l'adoption du BIM dans les projets publics ne peut être dissociée des logiques contractuelles et réglementaires qui encadrent l'action publique.

5.1.5 Conclusion axe 1

L'examen des reconfigurations informationnelles, de la transparence numérique, des mécanismes de gouvernance et des différentes sortes des barrières, montre que le BIM produit une transformation systémique des pratiques dans les projets de construction publics. Les résultats soulignent que ces transformations reposent sur un équilibre délicat entre les capacités technologiques du BIM, la rigueur des pratiques collaboratives et la mise en place de cadres institutionnels adaptés. Aussi, la dynamique d'échange continu, la visibilité accrue des contributions et la responsabilité collective ne peuvent pleinement fonctionner que si elles s'appuient sur une gouvernance claire, des normes partagées et un alignement entre intentions stratégiques et pratiques opérationnelles.

Ainsi, l'axe 1 met en lumière le fait que l'efficacité du BIM ne découle pas uniquement de ses fonctionnalités techniques, mais de l'articulation de trois dimensions étroitement liées : l'organisation des flux d'information, la construction d'une transparence partagée et la structuration institutionnelle nécessaire pour soutenir ces nouvelles pratiques. Ce triptyque conditionne la manière dont le BIM est réellement approprié sur le terrain et détermine son potentiel de transformation au sein des projets de construction publics au Québec.

5.2 Le BIM comme dispositif cognitif et espace de construction du sens

5.2.1 Les fondements organisationnels et humains de la construction du sens collectif

Les résultats présentés ci-dessous invitent à déplacer l'analyse d'une lecture technocentrée du BIM vers une compréhension plus organisationnelle et relationnelle de la construction du sens collectif.

Les propos de P3 et de P2 confirment que le modèle 3D agit comme un support visuel partagé, qui contribue à la réduction de l'ambiguïté liée aux plans 2D et facilite l'interprétation collective. Le P3 souligne que « le puzzle est déjà fait » dans la maquette numérique, tandis que la P2 met en avant la capacité du modèle à rendre la configuration spatiale immédiatement compréhensible pour toutes les disciplines. Donc, la représentation visuelle réduit l'ambiguïté associée aux plans 2D et agit comme un objet-frontière qui donne aux acteurs la possibilité de disposer d'une base commune d'analyse.

Cependant, conformément à la théorie du *sensemaking*, ce support visuel tout seul n'est pas suffisant pour créer la vision commune mais il ne fait qu'offrir un point d'appui autour duquel les acteurs doivent encore interpréter, discuter et ajuster leurs perspectives. Cela confirme la thèse selon laquelle le sens n'émerge pas d'un artefact, mais d'un travail collectif d'interprétation. Comme le soulève Weick (1995), l'information ne devient significative qu'à travers l'extraction d'indices pertinents que les acteurs sélectionnent et interprètent ensemble.

Par exemple, la P10, qui rappelle que le modèle peut aussi devenir contre-productif lorsqu'il est mal utilisé. Selon elle, « ça dépend comment c'est utilisé [...] on est capable aussi de tanner les gens avec une mauvaise utilisation » (P10), montrant que la vision commune n'émerge que dans un contexte de collaboration structurée et non d'une manière automatique grâce au visuel. Cette dépendance à l'usage réel confirme les travaux de Weick et al. (2005) sur le caractère situé et contingent du *sensemaking* qui montrent que le même artefact peut soutenir ou freiner la compréhension selon les pratiques sociales qui l'entourent.

De plus, la P11 et le P1 indiquent tous deux que la convergence des perspectives ne s'obtient que lorsque les acteurs discutent, négocient et construisent ensemble les bases de leur environnement commun par exemple via le BEP. Comme l'explique la P11, ce n'est qu'en développant le BEP « ensemble » en amont du projet que les équipes peuvent partager une première vision commune. De même, le P1 souligne la nécessité d'un rôle humain de médiation : « mon rôle, il est là : écouter tout le monde, trouver un terrain d'entente » (P1), car ces personnes facilitent les échanges, veille à assurer un alignement des visions divergentes et entretiennent un climat de confiance propice à la compréhension mutuelle. Ce rôle apparaît essentiel, puisqu'il contribue précisément à maintenir les mécanismes de coordination et les repères nécessaires au *sensemaking*. Dès lors, le constat rejoint les travaux de Weick (1993), qui montrent que le *sensemaking* s'effondre lorsque la coordination, les rôles ou les routines ne fonctionnent plus. Cette idée est aussi soutenue par Weick (1995), qui souligne que les équipes doivent continuer à interpréter et donner du sens en permanence, car les technologies ne font pas donc disparaître l'ambiguïté.

Les résultats du terrain montrent ainsi que lorsque le BEP est élaboré de manière qui est collaborative en amont du projet, cela engendre un moment clé où les règles de collaboration, les objectifs et les attentes informationnelles sont clarifiés. Nous pouvons donc constater que le BEP dans ce contexte agit comme une structure de « *pré-sensemaking* » en stabilisant les significations attendues et en harmonisant les interprétations. Parallèlement, ce résultat s'aligne avec le cadre de Brunet et al. (2024), qui montrent que les projets complexes nécessitent des mécanismes formels notamment de *sensemaking* pour favoriser

une compréhension partagée entre les organisations impliquées. Dans notre cas, le BEP constitue précisément l'un de ces dispositifs formels qui encourage la construction d'une vision commune. Cette interprétation s'accorde également avec Weick (1995), pour qui les organisations reposent sur des « routines interconnectées » qui permettent de structurer et de stabiliser l'interprétation collective.

Cependant, les résultats révèlent également que le BEP peut perdre sa valeur lorsqu'il est trop complexe, trop normatif ou déconnecté des besoins pratiques du projet (P3, P11). Cette observation nuance la littérature en montrant que, même si les dispositifs formels sont essentiels, ils doivent être suffisamment souples et alignés sur les réalités du terrain pour soutenir efficacement le *sensemaking*, et lorsque ces mécanismes organisationnels deviennent rigides, ils peuvent empêcher les ajustements nécessaires à la production d'interprétations mutuellement renforcées, ce qui fragilise la cohérence collective (Weick, 1995).

Les résultats indiquent également que, comme l'a souligné le P1, le modèle n'a de valeur que dans la mesure où les intervenants sont capables d'identifier quelles données sont pertinentes pour eux et comment celles-ci répondent à leurs besoins opérationnels. Autrement dit, pour devenir une connaissance utile, l'information doit d'abord être interprétée à travers les besoins spécifiques des acteurs, ce qui implique un travail de filtrage, de sélection et de contextualisation. Ce qui explique que l'accès visuel à l'information ne suffit pas à en faire une ressource réellement exploitable.

Ce processus reflète ce que Weick (1995) explique en ce qui concerne le cas d'une situation ambiguë, où les personnes choisissent seulement quelques « indices » dans toute l'information disponible, selon leur expérience et leur point de vue (Weick, 1995). À la lumière de ces résultats et les écrits des auteurs, il nous apparaît que le modèle 3D occupe une place importante dans la construction d'une vision commune, car il aide les équipes à réduire l'ambiguïté et à mieux comprendre l'espace. Toutefois, ce que révèlent réellement les entrevues, c'est que, même si le visuel représente un appui, il doit être complété par des échanges, des discussions et un travail d'interprétation partagé. Autrement dit, voir la même chose ne suffit pas, mais il faut encore en parler, confronter les points de vue et ajuster collectivement les compréhensions, donc cette vision ne naît jamais automatiquement de la technologie.

De même, sans oublier de souligner le rôle du BEP qui apparaît également central et surtout lorsqu'il est élaboré ensemble en amont, car il clarifie les attentes, les objectifs et les règles de collaboration, et il crée un premier cadre commun. Mais les participants montrent aussi que ce document perd sa valeur lorsqu'il

devient trop lourd ou trop normatif, ce qui souligne l'importance d'un équilibre entre structure et flexibilité.

Enfin, les entrevues mettent en lumière le rôle essentiel de certaines personnes qui agissent comme médiateurs, facilitent les échanges et aident à aligner les perspectives. Dans l'ensemble, la vision commune repose sur trois éléments indissociables, notamment un support visuel partagé, des mécanismes organisationnels adaptés et un travail humain d'interprétation collective.

5.2.2 La contribution du BIM à la spirale SECI de création de connaissances

Cette section vise à interpréter comment les pratiques BIM observées s'articule différemment avec chacun de ses modes de création de connaissances SECI. Les données de cette recherche ont permis de nous montrer que l'usage du BIM dans les projets publics québécois agit comme un levier structurant de création de connaissances, ce qui rejoint les fondements théoriques du modèle SECI proposé par Nonaka et Takeuchi (1995). Les propos des acteurs interviewés démontrent que le BIM s'inscrit au cœur de ces interactions, car son rôle de dispositif sociotechnique favorise la transformation des données en information, puis de l'information en connaissance organisationnelle (Wickramasinghe, 2006).

De plus dans les recherches récentes notamment celle de Jeong et Kim (2022), il s'est avéré que les informations deviennent lisibles par les machines, pas seulement par les humains, ce qui montre que le BIM fait partie d'un grand changement. D'après Jeong et Kim (2022), cela change la façon dont on crée et partage les connaissances, car les machines peuvent maintenant traiter et combiner les informations avec nous. Ce changement accélère le cycle SECI où les connaissances passent du tacite à l'explicite, se mélangent à d'autres connaissances, puis reviennent dans la pratique plus rapidement. Ceci nous surligne que cette évolution renforce l'apprentissage collectif observé dans ce projet car elle la voie à une forme d'intelligence hybride, où les humains et les technologies construisent ensemble les savoirs.

Par ailleurs, l'analyse de Kurniawan et Sushandoyo (2025) montre que le BIM rencontre encore plusieurs obstacles liés à sa maturité, notamment le manque de collaboration entre les acteurs, la perte de connaissances et le faible usage des environnements de données communs. Ces problèmes sont avant tout liés à une mauvaise gestion des connaissances. Ainsi, les auteurs expliquent que le modèle SECI aide à mieux créer, partager et formaliser les connaissances dans les projets BIM et son utilisation permet ainsi aux organisations de dépasser ces difficultés et d'améliorer progressivement leur niveau de maturité BIM.

Si la littérature met souvent en avant le BIM comme un outil global de collaboration et de production de connaissances, les résultats de cette étude viennent nuancer cette image. En effet, le BIM se présente surtout comme un catalyseur de la combinaison des connaissances explicites, par la centralisation, la structuration et la cohérence des informations. Cependant, son apport aux phases de socialisation et d'externalisation est plus faible. Cette dissymétrie indique que le BIM n'est pas un générateur automatique de connaissances, mais un dispositif sociotechnique dont les effets sont fortement conditionnés par les arrangements organisationnels, les pratiques collaboratives et les dispositifs de gouvernance qui accompagnent son utilisation.

5.2.2.1 Socialisation : l'émergence d'un espace partagé d'expériences tacites

Les données empiriques montrent d'abord que le BIM facilite la socialisation, moyennant sa capacité à partager d'une manière directe les connaissances tacites à travers l'observation et l'interaction. Comme déjà abordé dans les sections précédentes, la maquette numérique joue le rôle d'un objet frontière visuel qui permet aux acteurs de disposer d'un référent commun.

Sur la base de données empiriques, quand la P2 a souligné que la visualisation de la maquette permettait de clarifier pleinement le sujet abordé, elle a fait référence que le modèle 3D soutient l'émergence d'une compréhension collective car il permet d'améliorer la visibilité du projet et réduire les interprétations divergentes qui sont liés aux plans 2D, ce qui illustre la manière dont la visualisation numérique crée un espace propice au partage d'expériences et d'inspirations. Ces éléments empiriques suggèrent donc que la maquette numérique ne constitue pas uniquement un outil de représentation, mais également un support qui favorise des interactions sociales propices au partage de connaissances.

Ces données rejoignent les travaux de Chen et al. (2022), qui, en s'appuyant notamment sur Matthews et al. (2018), montrent que les projets BIM encouragent des pratiques collaboratives basées sur, l'utilisation de discussions informelles, la communication directe entre partenaires et le travail conjoint autour de la maquette numérique. De même, Matthews et al. (2018, cités dans Chen et al., 2022), montrent que ces échanges qui sont de nature spontanée et régulière contribue à favoriser le partage de connaissances liées au BIM et l'émergence de « communautés de pratique ». Ce type d'interactions constitue également, à notre analyse, un apport favorable à la diffusion de connaissances tacites. Or, selon Nonaka et al. (1996), ce partage d'expériences directes et informelles constitue le mécanisme central de la socialisation, qui constitue tel qu'abordé précédemment la première étape du processus SECI.

Ces résultats appellent à une remise en question des approches technocentrées qui prévalent dans la littérature sur le BIM. Là où certains auteurs décrivent le BIM comme un catalyseur de collaboration, nos résultats indiquent une inversion : le BIM ne produit pas de socialisation, il requiert une socialisation. Autrement dit, la technologie ne peut pas compenser un manque de confiance ou une instabilité des équipes. Alors, la socialisation dans un projet de construction publique demeure un processus humain que la maquette numérique peut représenter, mais jamais remplacer.

5.2.2.2 Externalisation : rendre explicitable l'implicite grâce à la formalisation numérique

Les données issues des entrevues montrent le lien qui réside entre le BIM et l'externalisation dans le cadre de la SECI. D'abord, les propos de la P9 qui indique que le BIM soutient le processus d'externalisation, c'est-à-dire la transformation de connaissances tacites en éléments explicites. En effet, elle insiste sur le fait que les exigences liées au BIM « forcent la mise en place de processus et de méthodes de travail » et amènent les professionnels à « faire de la recherche et développement » afin de structurer et formaliser leurs pratiques. Chose qui reflète le rôle du BIM comme un cadre méthodologique qui oblige les équipes à expliciter leurs pratiques, à standardiser leurs procédures et à rendre visible un ensemble de connaissances auparavant dispersées ou informelles. Ce passage d'un savoir-faire implicite à des méthodes documentées correspond au mouvement d'externalisation décrit par Nonaka et Takeuchi (1995).

Ce que décrit la P9 se retrouve également dans les propos d'autres répondants qui, comme elle, témoignent d'une formalisation croissante des pratiques. Ainsi, la P11 explique que la co-élaboration du BEP constitue « la première vision commune », ce qui montre que ce document oblige les acteurs à expliciter leurs besoins informationnels et à définir de manière partagée les méthodes, les responsabilités et les processus à suivre. Le P3 de sa part confirme ce rôle structurant du BEP en soulignant qu'il permet de définir ce qui doit être extrait, partagé ou coordonné, même s'il peut parfois être trop complexe lorsqu'il n'est pas aligné avec les besoins réels du projet. De son côté, le P1 met en évidence le rôle central de CDE, qu'il désigne comme « la source de vérité du projet ». Pour lui, le CDE oblige les équipes à documenter, organiser et mettre à jour l'information en continu, chose qui permet de clarifier des pratiques qui, avant, étaient gérées de façon informelle. Ensemble, ces témoignages montrent que le BIM permet de rendre les choses collectives et plus explicites.

En ce sens, Chen et al. (2022) montrent que la collaboration BIM s'appuie sur une coordination intégrée, notamment à travers l'élaboration collective du BEP et l'utilisation d'un CDE. Ces dispositifs permettent

aux partenaires de préciser leurs attentes, leurs responsabilités et leurs modes d'intervention. À la lumière du modèle SECI, ces activités correspondent à une externalisation, étant donné qu'elles amènent les équipes à articuler, formaliser et consigner des connaissances tacites jusque-là informelles ou dispersées au sein des pratiques professionnelles. Par ailleurs, Jeong et Kim (2022) soulignent que le fait de passer au numérique nécessite un niveau de formalisation encore plus élevé. Donc, cette structuration supplémentaire facilite la transformation et la mise en relation des connaissances.

De leur côté Kurniawan et Sushandoyo (2025), font ressortir que l'externalisation dans le cadre du modèle SECI, se base sur la formalisation de connaissances tacites à travers des outils tels que journaux des documents de leçons apprises, des journaux de données ou des cartes de processus. De plus les auteurs attestent que les procédures et politiques du BIM doivent être conçues comme des outils de référence dynamiques qui sont révisés avec la participation des équipes afin d'améliorer la clarté et le partage des connaissances.

La difficulté du BIM à accompagner l'externalisation met en évidence une limite des dispositifs actuels : ils sont avant tout pensés pour gérer des données techniques et non pour enregistrer l'expérience humaine. En s'éloignant de la littérature, on constate que le BIM « impose » une standardisation procédurale (par le BEP) mais ne garantit pas la verbalisation des savoir-faire métiers. Pour que l'externalisation soit effective, le BIM doit être associé à une gouvernance réflexive (ateliers de leçons apprises, *débriefings* structurés) et non à une obligation de remplissage de bases de données.

5.2.2.3 Combinaison : la puissance collaborative de la recombinaison numérique

À l'image de P3, le BIM encourage vivement la démarche de combinaison, qui se définit comme la mise en liaison, l'agencement et la réorganisation de connaissances explicites dans le but de générer de nouvelles (Nonaka et al., 1996). Dons, le modèle numérique favorise la collaboration interdisciplinaire et la consolidation de diverses sources d'information, permettant aux équipes d'examiner, combiner et modifier des données qui proviennent de plusieurs domaines. D'après P3, le BIM facilite l'assemblage d'informations qui, en dehors du modèle, demeureraient dispersées, consolidant de ce fait la cohérence générale du projet.

Selon les recherches de Chen et al. (2022), l'utilisation du BIM repose sur un CDE, des processus de coordination qui engagent divers participants et sur l'interopérabilité entre les outils. Selon le modèle SECI, ces systèmes favorisent la forme de combinaison en offrant la possibilité de rassembler, réorganiser et

réassembler des connaissances explicites provenant de divers domaines. Jeong et Kim (2022), pour leur part, démontrent que la faculté des machines à intégrer, structurer et traiter de façon automatique d'importantes quantités d'informations renforce cette dynamique de combinaison. Ceci donne au BIM un rôle central dans la nouvelle économie des connaissances.

Poursuivant cette logique, Kurniawan et Sushandoyo (2025) illustrent que dans le cadre du BIM, la combinaison est accentuée grâce à l'utilisation de dépôts centralisés, c'est-à-dire des espaces numériques unifiés qui rassemblent les modèles, documents et données BIM. Ces outils minimisent les redondances et favorisent l'intégration ainsi que le partage des connaissances explicites entre les équipes.

Le fait que le BIM contribue fortement aux processus de « combinaison » souligne que cet outil est surtout utilisé pour gérer des données techniques plutôt que pour créer de nouvelles connaissances. Le risque est de se limiter au côté numérique : en se concentrant uniquement sur les données, on oublie l'importance de l'innovation humaine. En résumé, si le BIM est performant techniquement, il ne peut fonctionner sans une bonne gouvernance et une réelle collaboration qui permettent aux humains d'interpréter ces informations au-delà du logiciel.

5.2.2.4 Internalisation : de nouvelles compétences et routines ancrées par la pratique

Enfin, l'internalisation, considérée comme la transformation de connaissances explicites en savoir-faire tacites par l'action et l'expérience (Nonaka et al., 1996), semble également facilitée par le BIM. Les propos de P6 illustrent que l'utilisation régulière du modèle numérique modifie peu à peu les pratiques : il permet d'anticiper, de mieux coordonner en amont et de « faire mieux ce qu'on fait déjà » (P6). Ces petits pas illustrent l'internalisation du BIM dans les habitudes, ce qui est exactement le processus d'internalisation du modèle SECI. De même, Kurniawan et Sushandoyo (2025) mettent en évidence que l'internalisation est favorisée par des exercices pratiques, comme des exercices sur les modèles et des séances de feedback en groupe. Ils mettent également l'accent sur le mentorat, notamment entre juniors et seniors, pour permettre l'appropriation progressive des connaissances explicites issues des modèles BIM et des procédures, jusqu'à leur transformation en compétences tacites mobilisées en situation d'action. En outre, ces constats confirment l'idée avancée par Wickramasinghe (2006) selon laquelle la création de connaissances résulte de l'interaction continue entre les individus, les processus et les technologies.

En définitive, cette analyse montre que les effets du BIM sur la spirale SECI ne sont pas uniformes, comme en témoigne le contraste entre la forte réussite de la combinaison et les limites observées en socialisation

dans les projets étudiés. Contrairement aux promesses d'une solution technologique, les propos des participants (notamment concernant la complexité du BEP ou l'importance des échanges informels) confirment que le succès dépend avant tout de la maturité des équipes et des structures de gestion. Le BIM ne crée pas la collaboration : il l'amplifie. Comme constaté dans les entretiens, il optimise les pratiques là où la communication est déjà fluide, mais il peut exacerber la fragmentation si les mécanismes de gouvernance et de confiance sont défaillants. Son utilisation se réduit alors à une gestion technique de l'information, sans transformation réelle des processus cognitifs.

5.2.3 Transfert, mémoire organisationnelle et capitalisation des connaissances

Les éléments discutés ici dépassent les usages immédiats du BIM pour interroger les conditions de transfert, de stabilisation et de pérennisation des connaissances au niveau organisationnel. La diffusion et la circulation des connaissances semblent être un enjeu majeur dans l'appropriation du BIM. Car un certain nombre de participants évoquent le manque de transmission formalisée des connaissances et la difficulté à créer une mémoire organisationnelle pérenne, rejoignant les observations de P1. Cette difficulté fait référence aux freins du manque de formation et d'expertise mis en évidence par Adel et al. (2022) et aux freins culturels et organisationnels qu'ils évoquent. Elle renvoie aussi à l'exigence de Pham Van et al. (2025) pour les instances de gouvernance de garantir une circulation des connaissances.

Le caractère temporaire des équipes de projet (Alashwal et al., 2011) limite la stabilisation des apprentissages. Pour constituer une mémoire durable, les organisations doivent disposer de dispositifs qui capturent et réinjectent les connaissances produites dans chaque projet, sans dépendre de la continuité des acteurs. Par ailleurs, les données montrent que les connaissances BIM reposent souvent sur un nombre restreint d'acteurs expérimentés, ce qui limite leur diffusion organisationnelle. Dans une perspective de mémoire organisationnelle, cette centralité constitue un risque : les savoirs restent localisés et difficiles à stabiliser à long terme, faute de mécanismes qui permettent leur formalisation et leur transfert.

De même, bien que Galan (2023) n'aborde pas explicitement la fatigue ou le désengagement qui apparaissent dans les propos du P1, l'analyse de cet auteur révèle que la dépendance à des personnes clés rend vulnérables les dispositifs de circulation et de stabilisation des connaissances lorsqu'elles quittent l'organisation ou ne peuvent plus jouer leur rôle central. La problématique du transfert de connaissances dans des organisations organisées par des temporalités est également mise en avant par la P2, qui insiste sur l'importance d'une structure centrale d'experts pour « assurer une transversalité » entre les projets.

Wang et Meng (2021) soulignent que les organisations fondées sur des équipes temporaires doivent mettre en place des mécanismes de consolidation des apprentissages entre les projets. Dans ce cadre, le BIM peut devenir un support permettant de capturer et de structurer les connaissances pour assurer leur continuité. L'initiative proposée par la P2 peut donc être vue comme une réponse organisationnelle aux défis soulevés par Wang et Meng (2021) : limiter la perte de connaissances liée au caractère éphémère des équipes et soutenir une cohérence transverse des pratiques.

Pour lutter contre ces risques, le P1 souligne la formation comme dispositif de structuration durable : « il faut mettre l'accent sur la formation [...] on est en train de travailler là-dessus » (P1). Cette perspective rejoint les recherches sur la capacité d'absorption qui mettent en évidence que la capitalisation des connaissances dépend de la capacité de l'organisation à identifier, assimiler et exploiter les connaissances des projets (Liu, 2018). En outre, les travaux de Lindgren et Widén (2018) viennent appuyer cette vision en démontrant que la diffusion du BIM s'appuie sur des processus d'intégration des connaissances « *Knowledge Integration* » (KI), pour combiner les connaissances existantes et les nouvelles connaissances produites dans les projets. Ils différencient l'intégration par règles, par planification des tâches, par routines ou par résolution collaborative de problèmes. Or, les données de terrain révèlent un manque de dispositifs à forte interaction pour assurer la pérennité des connaissances tacites entre projets.

Lindgren et Widén (2018) mettent aussi en évidence que le travail par projets isolés divise les apprentissages et rend difficile l'articulation des connaissances, notamment celles du métier, celles de l'action « quoi faire ensuite » et celles du contexte ou des règles. Dans ce sens, certains participants soulignent la capacité du BIM à expliciter des connaissances tacites. Notamment la P10 qui souligne que le caractère visuel et dynamique du modèle permet de « traduire des connaissances tacites dans le virtuel ». Ce rôle de médiateur cognitif se rapproche de l'objet-frontière et rejoint les analyses de Wang et Meng (2021) pour qui le BIM rend plus accessibles des connaissances difficilement formalisables. Mais, comme le soulignent Lindgren et Widén (2018), le BIM n'est un outil d'intégration que s'il s'appuie sur des mécanismes à forte interaction (échanges directs, coordination interacteurs ou résolution collaborative de problèmes) et non sur la simple mise à disposition ou stockage d'informations.

Alors que dans la section 5.1.1, nous avons mis en avant le CDE comme référentiel unique pour la coordination des données en cours de projet, les résultats montrent ici qu'il joue également un rôle distinct, celui de mémoire organisationnelle. En effet, au-delà de la centralisation opérationnelle, le CDE

peut conserver de manière durable les modèles, les décisions et les documents, ce qui permet de constituer un support stable de capitalisation.

Cependant, ce rôle ne peut être pleinement assuré que sous certaines conditions, comme le souligne la P2 en évoquant un « effet poubelle » lorsque les données sont mal indexées, autrement dit, l'outil n'est utile que si les informations y sont organisées, retrouvables et exploitables. Donc, capitaliser ne revient pas seulement à conserver des documents, mais à les rendre compréhensibles et utilisables. Dans le même ordre d'idées, Lindgren et Widén (2018) soulignent que l'assimilation des connaissances se base sur des processus d'identification, d'acquisition et d'utilisation des connaissances (Jetter et al., 2006, cités dans Lindgren et Widén, 2018). Sans outils et sans échanges entre les acteurs, la connaissance stockée devient vite périmée. Un CDE ne peut donc être une mémoire organisationnelle que s'il s'insère dans un dispositif accompagnant ces processus d'intégration.

Enfin, le P4 rappelle que capitaliser c'est transformer les apprentissages en processus réutilisables : « les nouvelles connaissances qui nous permettent de créer de nouveaux processus plus efficaces sont toujours appliquées aux autres projets favorables ». Ce mécanisme correspond au mode « combinaison » du modèle SECI (Nonaka et Takeuchi, 1995), où les connaissances explicites issues de projets sont recombinaisonnées pour créer des normes. A cela s'ajoute le « passeport des matériaux » mentionné par le P1 qui illustre une vision élargie de la mémoire organisationnelle au cycle de vie du bâtiment, rejoignant les visions d'Atta et al. (2021) qui illustrent en effet que le passeport des matériaux est un outil documentaire numérique qui permet de centraliser, d'organiser et de partager l'information sur les matériaux durant les étapes de conception, construction, utilisation et fin de vie du bâtiment, chose qui favorise ainsi la continuité informationnelle. Dans le même sens, Honic et al. (2019) indiquent que le passeport des matériaux, associé au BIM, est un support de mémoire technique et environnementale, qui permet d'assurer une traçabilité fine et constante des composants du bâti et favorisant leur réemploi ou recyclabilité.

Globalement, les résultats indiquent que le transfert, la mémoire organisationnelle et la capitalisation ne sont pas le fait du BIM ou des acteurs seuls, mais de l'articulation entre conditions humaines, dispositifs organisationnels stables et dispositifs techniques structurés. Le terrain valide les observations de la littérature, qui selon laquelle, sans structures transversales, sans dispositifs d'intégration des connaissances et sans gouvernance des données, la connaissance générée dans les projets de construction publics s'évapore. À l'inverse, lorsque les organisations centralisent les expertises, développent la

formation, organisent le CDE et utilisent le BIM comme outil d'explicitation, elles améliorent leur capacité à convertir des connaissances individuelles et locales en un capital organisationnel durable.

En conclusion de cette discussion, il apparaît que l'articulation entre le BIM et la création de connaissances dépend étroitement de la capacité des acteurs à coconstruire du sens autour de la maquette numérique. L'analyse a permis de valider certaines hypothèses tout en soulignant l'importance cruciale du contexte public québécois dans ces dynamiques. Après avoir ainsi mis en perspective nos résultats et discuté leurs implications managériales, le dernier chapitre de ce mémoire présentera une synthèse des conclusions majeures. Ce chapitre final rappellera les contributions de l'étude, en précisera les limites et proposera des avenues de recherche pour approfondir la compréhension de la transformation numérique en gestion de projet.

CHAPITRE 6

CONCLUSION

Ce dernier chapitre propose une synthèse des principaux résultats de la recherche et met en lumière les apports théoriques et pratiques découlant de l'étude. Il répond d'abord aux questions de recherche formulées en introduction, en s'appuyant sur les analyses empiriques présentées précédemment. Par la suite, il expose les contributions de la recherche, puis discute des implications managériales observées dans le contexte de la construction publique au Québec. Enfin, ce chapitre souligne les limites de l'étude et propose des pistes pour des recherches futures, avant de conclure globalement sur la portée de la réflexion menée autour du BIM, du partage d'information et de la création de connaissances.

6.1 Réponses aux questions de recherche

L'objectif de cette partie est d'apporter une réponse directe aux deux questions de recherche en se basant sur l'ensemble des analyses exposées dans le chapitre antérieur. En s'appuyant sur les résultats empiriques et leur analyse, elle présente une synthèse unifiée qui souligne les contributions majeures de l'étude. Les réponses présentées ici se fondent sur à la fois les résultats des entretiens et le cadre conceptuel utilisé, ce qui permet de dégager une analyse claire et organisée de l'influence du BIM sur le partage d'informations et la génération des connaissances dans les projets de construction publics au Québec.

6.1.1 Effet du BIM sur la diffusion d'informations

Les conclusions indiquent que l'influence du BIM sur la diffusion d'informations est notable, mais varie en fonction de ses conséquences techniques ou organisationnelles. D'un point de vue technique, les participants mettent en évidence que le BIM révolutionne la façon dont l'information est diffusée dans les projets de construction publics. L'adoption d'un modèle numérique et d'un CDE diminue la nécessité des échanges classiques par courrier électronique, fréquemment sujet à des pertes, des répétitions ou des discordances entre les différentes versions. La centralisation des informations génère donc une « source de vérité » unique, à laquelle toutes les parties concernées ont accès, ce qui renforce ainsi la cohérence et la fiabilité des données. Cette centralisation facilite aussi une actualisation constante, ce qui permet de proposer une vue commune et mise à jour du projet. Cela rend les interactions plus transparentes et vérifiables, ce qui minimise les risques de malentendus tout en améliorant notre aptitude collective à détecter les problèmes dès le début. D'autres aspects techniques se distinguent également, c'est le fait d'avoir l'aptitude à identifier automatiquement les interférences, par exemple, contraint les disciplines à mettre leurs modèles en confrontation et à réviser leurs décisions. Cette dynamique aide à organiser le travail collaboratif et minimise les erreurs techniques, ce qui souligne que le BIM est bien plus qu'un simple instrument de production, c'est aussi un mécanisme d'organisation de l'information. En termes d'organisation, l'influence du BIM est plus indirecte et repose moins sur l'outil en question que sur les pratiques qui l'accompagnent. Les données indiquent clairement que la technologie seule ne peut changer les comportements, mais son impact dépend de facteurs humains tels que la disposition au changement, l'aptitude à travailler en collaboration, la confiance entre les intervenants et l'expérience acquise avec l'instrument. Les intervenants notent aussi que le BIM peut être entravé par la persistance de méthodes de travail conventionnelles, un manque de soutien ou des disparités significatives en termes de maturité numérique entre les organisations.

Les éléments structurels ont également une influence significative. La diffusion des informations est conditionnée par la précision des rôles, l'établissement de règles partagées, l'accord contractuel et la présence d'une gouvernance apte à coordonner les pratiques. Les conclusions indiquent que des critères institutionnels spécifiques, comme la *Feuille de route gouvernementale* ou les directives contractuelles, favorisent grandement l'implémentation du BIM en établissant un cadre impératif qui incite les intervenants à collaborer. Le BIM ne promet pas nécessairement une meilleure communication d'information, mais il offre la possibilité d'améliorer celle-ci si accompagné de mécanismes non techniques tels que des mandats explicites, des processus de gouvernance et une structure organisationnelle propice.

6.1.2 Contribution du partage d'information à la création de connaissances

Les résultats indiquent que le partage d'information assisté par le BIM est central dans la génération de connaissance au sein des équipes de projet. Cette contribution se fait par des mécanismes complémentaires qui touchent à la fois la compréhension collective et l'apprentissage organisationnel. Le premier mécanisme est le *sensemaking*, donc le modèle 3D est un support visuel partagé, qui réduit l'ambiguïté et permet une interprétation partagée des situations. Les acteurs rapportent que la maquette permet de « voir la même chose », ce qui permet aux acteurs de comprendre les enjeux, de lever les problèmes et de s'entendre sur une vision commune du projet. Cette interprétation collective repose néanmoins sur l'humain, donc le modèle assiste le travail cognitif, mais c'est par la discussion, la médiation et les échanges que les acteurs stabilisent une interprétation partagée.

Le second mécanisme est la spirale de création de connaissances SECI. Les résultats illustrent comment le BIM soutient chaque phase de ce processus. La socialisation est favorisée par la visualisation et par les rencontres autour de la maquette qui permettent un partage plus direct des connaissances tacites. L'externalisation est facilitée par les règles de modélisation et les documents partagés qui rendent explicites des connaissances tacites. La combinaison est possible grâce à l'incorporation de données de différentes disciplines, ce qui permet de générer de nouvelles connaissances à partir du rapprochement des informations. Enfin, l'internalisation se fait par l'apprentissage par la pratique, c'est-à-dire que la manipulation répétée du modèle et l'exposition à des données organisées conduisent progressivement les acteurs à adopter de nouvelles routines de travail et de nouvelles compétences.

Le troisième mécanisme est la mémoire organisationnelle. Les résultats suggèrent que le BIM et le CDE sont structurants pour la conservation des connaissances, et les versions de modèles et les documents déposés dans l'environnement numérique sont une mémoire potentielle du projet. Cette mémoire permet

de revenir sur les informations, de maintenir la continuité malgré la volatilité des équipes et de transférer les connaissances à d'autres projets. Mais les acteurs mettent en garde contre une mémoire passive, non structurée, non indexée, non analysée, le CDE peut accumuler des données inutilisables, c'est l'« effet poubelle » observé empiriquement. La connaissance n'est donc pas tant dans le nombre d'informations stockées que dans la capacité de l'organisation à les transformer en savoir exploitable.

Globalement, les résultats indiquent que le partage d'information est le fondement de la connaissance dans les projets BIM. Le BIM facilite la compréhension partagée, soutient les processus de conversion de la connaissance et offre des moyens de conserver les apprentissages, mais ce potentiel ne se réalise que si l'outil est accompagné de pratiques organisationnelles adéquates, d'une gouvernance claire et d'un engagement collectif envers la collaboration et l'apprentissage.

6.2 Contributions théoriques

Ce mémoire contribue théoriquement aux études sur le BIM, le partage d'information et la création de connaissance dans les projets de construction et plus précisément dans la construction publique.

Tout d'abord, cette étude permet de valider empiriquement et d'affiner le modèle SECI dans un contexte BIM. Si la littérature utilise souvent le modèle de Nonaka et Takeuchi (1995) conceptuellement, ce mémoire en donne une illustration empirique précise, en démontrant comment les pratiques BIM viennent concrètement alimenter les quatre modes de conversion des connaissances. Les résultats indiquent que le BIM est un support structurant de ces conversions, mais ne les automatise pas. Cette contribution est d'autant plus intéressante dans les projets de construction publics, marqués par la temporalité des équipes et la discontinuité organisationnelle, où la transformation et la circulation des connaissances sont un enjeu majeur mais encore peu exploré empiriquement.

Deuxièmement, ce mémoire contribue théoriquement à la compréhension du *sensemaking* dans les contextes BIM. Les résultats opérationnalisent cette théorie en démontrant que la maquette numérique n'est pas un porteur de sens en soi, mais un support cognitif partagé, dont le sens se construit par des interactions sociales, des médiations organisationnelles, des routines de coordination et des dispositifs formels comme le BEP. En cela, cette étude complète la théorie du *sensemaking* en montrant comment des dispositifs organisationnels concrets permettent de stabiliser des interprétations partagées dans des contextes numériques complexes, interdépendants et multi-acteurs.

Troisièmement, ce mémoire offre une conceptualisation empirique du risque de « mémoire organisationnelle passive » dans les environnements de données partagés du BIM. Les témoignages de terrain révèlent un « effet poubelle » : l'accumulation d'informations dans les CDE n'assure ni leur appropriation, ni leur conversion en connaissances utilisables. Cette contribution s'inscrit dans la lignée des travaux sur la surcharge informationnelle et démontre que la valeur cognitive du BIM ne se situe pas dans la quantité d'information générée mais dans la capacité organisationnelle à structurer, filtrer, interpréter et activer ces informations dans le temps. En ce sens, la recherche révèle une faiblesse théorique importante des stratégies actuelles de gestion de l'information numérique

Enfin, de façon transversale, ce mémoire participe à resituer le BIM dans le champ théorique, non pas comme un outil d'optimisation technique, mais comme un dispositif sociotechnique, organisationnel et cognitif, dont les effets sur le partage d'information et la création de connaissances sont contingents aux cadres de gouvernance et aux capacités collectives de *sensemaking*. Cette contribution s'adresse aux chercheurs en gestion de projet, en management de la construction et en études organisationnelles en leur offrant une grille de lecture pour appréhender le BIM comme un dispositif de production de sens et de connaissances et non comme une technologie neutre aux effets prévisibles.

6.3 Contributions pratiques et managériales

En termes pratiques, la recherche révèle des implications pour les gestionnaires de projets et les donneurs d'ouvrage publics. Les résultats démontrent tout d'abord que l'adoption du BIM nécessite un investissement conséquent dans la gestion du changement. Les obstacles rencontrés sur le terrain (résistance culturelle, désynchronisation des équipes, difficultés de collaboration) révèlent que la réussite du BIM dépend plus des personnes et de l'organisation que des outils. Les entreprises doivent donc miser sur l'accompagnement humain, la montée en maturité numérique et la clarification des rôles. L'étude illustre aussi que les mécanismes de gouvernance sont importants. Des mandats institutionnels comme la *Feuille de route BIM* ou des cadres contractuels appropriés permettent d'imposer des pratiques de coordination et de limiter les ambiguïtés. La présence de rôles internes forts (gestionnaires BIM, champions numériques) permet aussi d'aligner les équipes et de conserver une rigueur informationnelle. Les résultats mettent en évidence enfin que les donneurs d'ouvrage doivent être au cœur de la gestion des données. Le pilotage du CDE est une condition essentielle pour assurer la pérennité de l'information, éviter la perte de connaissances entre les projets et favoriser la capitalisation. Toutefois, la recherche de ce contrôle doit s'accompagner d'un travail de structuration afin d'éviter l'accumulation désordonnée des données.

6.4 Limites de la recherche

Malgré les apports théoriques et pratiques de cette étude sur l'impact du BIM dans les projets publics au Québec, certains points de vigilance doivent être soulevés concernant la méthodologie et le contexte. Le positionnement épistémologique interprétativiste choisi pour ce mémoire privilégie la profondeur de la compréhension plutôt que la généralisation statistique, ce qui limite d'emblée la portée universelle des conclusions. Un biais de sélection est également présent, car les participants interrogés sont majoritairement des acteurs déjà engagés dans une démarche de transformation numérique ou possédant une expertise reconnue en BIM. Ce profil particulier peut induire un biais de désirabilité sociale ou une vision plus optimiste des bénéfices de l'outil, occultant potentiellement les résistances plus marquées rencontrées par des professionnels moins familiers avec ces technologies. Bien que les entretiens semi-dirigés aient permis d'atteindre une saturation des données sur les thèmes du partage d'information et du modèle SECI, la taille de l'échantillon limite la représentativité de l'ensemble de l'écosystème de la construction québécoise.

Le cadre de cette recherche est strictement délimité au secteur de la construction publique au Québec, ce qui comporte des particularités contextuelles fortes influençant les résultats. Les observations sont notamment liées à la Feuille de route gouvernementale pour le BIM 2021-2026, et dans d'autres contextes géographiques ou dans le secteur privé, les dynamiques de création de connaissances pourraient suivre des trajectoires distinctes. De plus, l'industrie de la construction au Québec est historiquement marquée par une forte fragmentation, rendant les conclusions sur la capacité du BIM à agir comme objet-frontière dépendantes du niveau de maturité numérique actuel des organisations, qui est encore en pleine transition.

Ces limites nuancent la portée de l'étude en lui conférant un caractère essentiellement exploratoire. Les résultats doivent être interprétés comme une photographie des mécanismes de sensemaking et de transfert de connaissances à un stade donné du déploiement du BIM au Québec. Ils ne constituent pas une loi universelle, mais offrent plutôt une compréhension des conditions sociales et organisationnelles nécessaires à la réussite de l'intégration numérique. Enfin, bien que les mécanismes identifiés, comme la spirale SECI favorisée par le BIM, soient transférables à d'autres projets complexes, l'application des recommandations doit impérativement tenir compte de la culture organisationnelle propre à chaque entité.

6.5 Pistes de recherche future

Les limites identifiées ouvrent plusieurs avenues de recherche. Une première piste consiste à mesurer de manière quantitative l'« effet poubelle » dans les environnements de données communs. Il serait pertinent d'évaluer l'impact concret de la surcharge informationnelle sur la prise de décision, les délais et les coûts, afin d'objectiver un phénomène largement décrit dans les témoignages. Une deuxième piste concerne l'étude longitudinale du *sensemaking* dans les projets BIM. Suivre une équipe tout au long d'un cycle de projet permettrait de documenter finement la manière dont les acteurs construisent, ajustent et stabilisent leur compréhension au fil des interactions et des itérations du modèle.

Une analyse des stratégies de gouvernance les plus efficaces communautés de pratique, équipes dédiées, rôles hybrides permettrait d'approfondir les facteurs humains et structurels qui conditionnent la réussite du BIM. Enfin, une recherche-action centrée sur la capitalisation active offrirait un apport significatif. Tester des méthodes de structuration du CDE, ou d'intégration systématique des leçons apprises permettrait de proposer des solutions concrètes aux défis documentés dans cette étude.

6.6 Conclusion générale

Cette étude révèle que le BIM n'est pas seulement une innovation technologique, mais un catalyseur sociotechnique qui pousse l'industrie de la construction publique québécoise à repenser sa fragmentation structurelle. Les résultats permettent de penser que le BIM révolutionne le partage d'information en établissant un référentiel commun, mais que cette révolution est conditionnée par des aspects humains et organisationnels. Le BIM n'atteint son plein potentiel que lorsque les processus, les contrats et la gouvernance changent avec la technologie. Ainsi, ce partage d'information devient aussi la base de la création de connaissances, car quand le BIM accompagne les processus de *sensemaking*, facilite l'ensemble de la spirale SECI et fournit les conditions pour une mémoire organisationnelle pérenne. Le défi majeur demeure cependant de passer d'une logique de stockage à une logique de capitalisation active, permettant d'éviter la dispersion des connaissances et de favoriser l'apprentissage collectif.

En conclusion, les résultats indiquent que le succès du BIM ne réside pas dans la complexité des modèles, mais dans la capacité des organisations à organiser une intelligence collective. Les participants l'ont dit : le BIM est avant tout une transformation humaine et c'est là que se situent ses enjeux.

ANNEXE A

GUIDE D'ENTRETIEN DES PARTICIPANTS STRATÉGIQUES

1. Parlez-nous brièvement de votre expérience dans le domaine du BIM et de votre parcours d'implication dans son implantation ou sa promotion.
2. Selon vous, quelles sont les technologies ou plateformes BIM les plus couramment utilisées ou recommandées dans les stratégies d'implantation dans les projets de construction publics au Québec ?
3. Avez-vous observé une évolution des pratiques de partage d'information depuis l'introduction du BIM dans les projets de construction publics ?
4. Quels types d'informations sont principalement partagés ou gérés grâce au BIM dans les projets de construction que vous connaissez ?
5. Selon vous, à quel niveau de maturité BIM se situent majoritairement les donneurs d'ouvrage publics au Québec ?
6. Pensez-vous que l'usage du BIM contribue à la création de nouvelles connaissances (tacites/ explicites) entre les équipes des projets de construction publics ?
7. Ces connaissances générées sont-elles transférées d'un projet à l'autre ou entre organisations ?
8. À votre connaissance, les organisations publiques disposent-elles de structures formelles ou de fonctions précises pour encadrer la gouvernance BIM ?
9. Les responsabilités liées au BIM vous semblent-elles clairement définies dans les projets de construction publics ?
10. Quels sont les principaux obstacles rencontrés dans le partage d'information, même en présence du BIM ?
11. Quelles sont, selon vous, les limites actuelles du BIM dans le partage d'informations et/ou la création de connaissances ?
12. Le BIM permet-il selon vous de renforcer la collaboration entre les parties prenantes des projets de construction publics ?
13. L'intégration du BIM aide-t-elle les acteurs d'un projet à construire une vision commune ?
14. Selon vous, quels sont les éléments qui facilitent la transformation de l'information disponible dans le BIM en connaissance réellement utile pour les projets ?
15. Quelles recommandations formuleriez-vous pour renforcer ou optimiser l'usage stratégique du BIM dans les projets publics ?
16. En résumé, quel est selon vous l'impact global du BIM sur les projets publics au Québec ?

ANNEXE B

GUIDE D'ENTRETIEN DES PARTICIPANTS OPÉRATIONNELS

1. Parlez-nous brièvement de votre expérience dans le domaine du BIM.
2. Quels outils BIM avez-vous utilisés ?
3. Est-ce que tous les acteurs du projet utilisent les mêmes outils BIM ?
4. Avez-vous observé un changement dans la manière de partager l'information depuis l'introduction du BIM dans les projets de construction publics ?
5. Quels types d'informations partagez-vous principalement à travers le BIM ?
6. À quel niveau de maturité BIM travaillez-vous le plus souvent ?
7. L'utilisation du BIM a-t-elle permis de générer de nouvelles connaissances au sein de l'équipe ?
8. Ces nouvelles connaissances sont-elles transférées vers d'autres projets ?
9. Y a-t-il une personne responsable du BIM dans vos projets ?
10. Les responsabilités liées au BIM sont-elles bien définies ?
11. Avez-vous rencontré des obstacles dans le partage d'informations malgré l'utilisation du BIM ?
12. Quelles sont selon vous les limites du BIM dans le partage d'informations et/ou la création de connaissances ?
13. Le BIM contribue-t-il à améliorer la collaboration entre les parties prenantes ?
14. Quand vous utilisez le BIM dans vos projets, est-ce que cela aide l'équipe à construire une vision partagée du projet ? Pouvez-vous donner un exemple ?
15. Quels éléments facilitent selon vous la transformation de l'information en connaissance utile ?
16. Quelles améliorations recommanderiez-vous pour optimiser le BIM dans les projets ?
17. En résumé, quel est selon vous l'impact global du BIM dans vos projets ?

ANNEXE C
FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT



IDENTIFICATION

Titre du projet de recherche : Partage d'informations et création de connaissances au sein des projets de construction : l'impact du BIM

Étudiante-chercheure responsable du projet : Lamyaa El Hilal

Programme d'études : Étudiante à la maîtrise en gestion de projet (profil recherche)

École des sciences de la gestion

Téléphone : 438-221-2184

Courriel : el_hilal.lamyaa@courrier.uqam.ca

DIRECTION DE RECHERCHE

Sara Rankohi

Département de management

École des sciences de la gestion

320 rue Ste-Catherine Est, Montreal (Quebec) - H2X 1L7. Local [DS-3719](#)

Téléphone : (514) 987-3000 poste 20826

Courriel : rankohi.sara@uqam.ca

BUT GÉNÉRAL DU PROJET ET DIRECTION

Vous êtes invité(e) à prendre part au présent projet visant à comprendre comment le *Building Information Modeling* (BIM) favorise le partage d'informations et la création de connaissances dans les projets de construction publics au Québec. Plus spécifiquement, il vise également à explorer les perceptions des professionnels sur l'impact du BIM sur la collaboration interdisciplinaire et la structuration des connaissances dans des environnements complexes. Ce projet est réalisé dans le cadre d'un mémoire de

maîtrise réalisé sous la direction de la professeure **Sara Rankohi**, professeure du Département de management de l'école des sciences de la gestion (ESG UQAM), dont les coordonnées figurent ci-dessus.

Description du projet et de ses objectifs

Ce projet de recherche s'inscrit dans le cadre d'un mémoire de maîtrise en gestion de projet et vise à explorer l'impact du *Building Information Modeling* (BIM) sur le partage d'informations et la création de connaissances dans les projets de construction publics au Québec. Il cherche à mieux comprendre comment les professionnels perçoivent l'apport du BIM dans un environnement marqué par la complexité et la fragmentation, notamment en ce qui concerne la circulation des données et l'apprentissage organisationnel. Le projet accorde une attention particulière aux dimensions managériales, informationnelles et les mécanismes de réflexion liés au BIM, en s'appuyant sur les expériences vécues sur le terrain.

La collecte des données sera réalisée à travers des entrevues semi-dirigées menées auprès de professionnels ayant une connaissance concrète ou stratégique du BIM dans des projets publics. Les échanges permettront de recueillir des témoignages sur les usages du BIM, les conditions favorisantes ou freinant le partage d'informations, et les effets perçus sur la collaboration et l'enrichissement des savoirs au sein des équipes projet.

Nature et durée de votre participation

Votre participation consistera en une entrevue individuelle, d'une durée estimée entre 30 et 45 minutes, qui se déroulera à distance (via Zoom ou Microsoft Teams).

Vous serez invité(e) à partager votre expérience professionnelle relative à l'usage ou à l'implantation du BIM, en lien avec les pratiques de gestion de l'information, de collaboration entre acteurs et de création ou transfert de connaissances dans les projets de construction publics.

Avantages liés à la participation

Votre participation contribuera à améliorer la compréhension des usages du BIM en matière de partage d'information et de création de connaissances. Les résultats de cette recherche pourront soutenir l'évolution des pratiques collaboratives dans le secteur de la construction. Un résumé des résultats pourra vous être transmis à la fin du projet si vous le souhaitez.

Risques liés à la participation

Aucun risque majeur n'est associé à cette participation. Vous pouvez vous abstenir de répondre à certaines questions ou mettre fin à l'entrevue à tout moment, sans justification.

Confidentialité

Les données recueillies seront strictement confidentielles. Les enregistrements seront conservés sous forme codée et détruits après transcription. Toutes les informations permettant de vous identifier seront supprimées. Toutes les données collectées seront détruites après le dépôt final du rapport de la recherche auprès de l'UQAM. Les documents papier ou électroniques seront conservés de façon sécurisée jusqu'à cette date.

Participation volontaire et retrait

Votre participation est entièrement libre et volontaire. Vous pouvez refuser ou vous retirer du projet en tout temps. En cas de retrait, toutes les données vous concernant seront supprimées définitivement.

Des questions sur le projet ?

Pour toute question sur le projet, vous pouvez contacter :

Lamyaa El Hilal : el_hilal.lamyaa@courrier.uqam.ca | (438) 221-2184

Ou la direction de recherche : rankohi.sara@uqam.ca | (514) 987-3000 poste 20826

Des questions sur vos droits ?

Ce projet a été évalué et approuvé par le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) de l'UQAM. Pour toute question concernant vos droits ou pour formuler une plainte, vous pourrez contacter : cerpe-pluri@uqam.ca

Remerciements

Votre participation est précieuse et contribue à l'avancement des connaissances sur la gestion collaborative dans les projets de construction.

Merci pour votre collaboration.

Consentement à l'enregistrement audio

L'entrevue sera enregistrée sous forme audio afin de permettre une transcription fidèle de vos propos. Les enregistrements seront détruits après transcription et anonymisation des données.

- Oui**, j'accepte que mon entrevue soit enregistrée audio.
- Non**, je n'accepte pas que mon entrevue soit enregistrée audio.

Consentement à la participation au projet de recherche

Je déclare avoir lu et compris le présent formulaire. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions nécessaires. Je consens librement à participer à cette recherche. Je comprends que je peux me retirer à tout moment sans conséquence.

Nom du participant(e) : _____

Signature : _____

Date : _____

Je soussignée, Lamyaa El Hilal, certifie avoir expliqué les termes de ce formulaire au participant(e).

Signature de la chercheuse : _____

Date : _____

ANNEXE D
CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

UQÀM | **Comités d'éthique de la recherche
avec des êtres humains**

No. de certificat : 2026-8080

Date : 2025-07-16

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE plurifacultaire) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains*(2020) de l'UQAM.

- Titre du projet : Partage d'informations et création de connaissances au sein des projets de construction : l'impact du BIM
- Nom de l'étudiant : Lamyaa El Hilal
- Programme d'études : Maitrise en gestion de projet (avec mémoire)
- Direction(s) de recherche : Sara Rankohi

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année au plus tard un mois avant la date d'échéance (**2026-07-16**) de votre certificat. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.



Raoul Graf, M.A., Ph.D.
Professeur titulaire, Département de marketing
Président du CERPÉ plurifacultaire

RÉFÉRENCES

- Abanda, F. H., Balu, B., Adukpo, S. E., & Akintola, A. (2025). *Decoding ISO 19650 through process modelling for information management and stakeholder communication in BIM*. *Buildings*, 15(431). <https://doi.org/10.3390/buildings15030431>
- Abhulimen, P. E. (2024). *The influence of information sharing and trust on competitiveness and organizational performance in construction supply chain management* (Doctoral dissertation, Keiser University).
- Adam, V., Manu, P., Mahamadu, A., Dziekonski, K., Kissi, E., Emuze, F., & Lee, S. (2021). Building information modelling (BIM) readiness of construction professionals: the context of the Seychelles construction industry. *Journal of Engineering Design and Technology*, 20(3), 823–840. <https://doi.org/10.1108/jedt-09-2020-0379>
- Adel, M., Cheng, Z., et Lei, Z. (2022). Integration of building information modeling (BIM) and virtual design and construction (VDC) with stickbuilt construction to implement digital construction : A Canadian general contractor's perspective. *Buildings*, 12(9), 1337.
- Akhmetzhanova, B., Nadeem, A., Hossain, M. A., et Kim, J. R. (2022). Clash detection using building information modeling (BIM) technology in the Republic of Kazakhstan. *Buildings*, 12(2), 102. <https://doi.org/10.3390/buildings12020102>
- Al-Alawi, A. I., Al-Marzooqi, N. Y., & Mohammed, Y. F. (2007). Organizational culture and knowledge sharing: Critical success factors. *Journal of Knowledge Management*, 11(2), 22–42. <https://doi.org/10.1108/13673270710738898>
- Alashwal, A. M., Rahman, H. A., et Beksin, A. M. (2011). Knowledge sharing in a fragmented construction industry: On the hindsight. *Scientific Research and Essays*, 6(7), 1530–1536.
- Alavi, M. et Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107. <https://doi.org/10.2307/3250961>

- Ali, K. N., Alhajlah, H. H., et Kassem, M. A. (2022). Collaboration and risk in building information modelling (BIM): A systematic literature review. *Buildings*, 12(571). <https://doi.org/10.3390/buildings12050571>
- Almeida, M. V., et Soares, A. L. (2014). Knowledge sharing in projectbased organizations: Overcoming the informational limbo. *International Journal of Information Management*, 34(6), 770–779. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.07.003>
- Alotaibi, B. S., Waqar, A., Radu, D., Khan, A. M., Dodo, Y., Althoey, F., et Almujiabah, H. (2024). Building information modeling (BIM) adoption for enhanced legal and contractual management in construction projects. *Ain Shams Engineering Journal*, 15, 102822. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102822>
- Alreshidi, E., Mourshed, M., et Rezgui, Y. (2017). Factors for effective BIM governance. *Journal of Building Engineering*, 10, 89–101.
- An, X., Ren, S., et Liang, H. (2025). Mechanism to motivate information sharing behavior on the BIM platform for construction projects. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 24(3), 1705–1715. <https://doi.org/10.1080/13467581.2024.2356260>
- Anadón, M. et Guillemette, F. (2007). La recherche qualitative est-elle nécessairement inductive. *Recherches qualitatives*, 5(1), 2637.
- Anadón, M. et Savoie Zajc, L. (2009). Introduction. *Recherches qualitatives*, 28(1), 1. <https://doi.org/10.7202/1085318ar>
- Atta, I., Bakhoun, E. S., & Marzouk, M. M. (2021). Digitizing material passport for sustainable construction projects using BIM. *Journal of Building Engineering*, 43, 103233. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103233>
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.19435630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.19435630.0000127)

- Basheer, M., Elghaish, F., Brooks, T., Pour Rahimian, F., et Park, C. (2024). Blockchainbased decentralised material management system for construction projects. *Journal of Building Engineering*, 82, 108263. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108263>
- Belkacem, C. (2023). *L'approche quantitative et qualitative en sciences économiques et de gestion : Opposition ou complémentarité ?* Université IBN ZOHR.
- Bender, S. et Fish, A. (2000). The transfer of knowledge and the retention of expertise: The continuing need for global assignments. *Journal of Knowledge Management*, 4(2), 125137. <https://doi.org/10.1108/13673270010372251>
- Borkowski, A. S. (2023). A literature review of BIM definitions: Narrow and broad views. *Technologies*, 11(6), 176. <https://doi.org/10.3390/technologies11060176>
- Bourgault, M., Pellerin, R., Botton, C., Iordanova, I., Rivest, L., Danjou, C., Perrier, N., Forgues, D., Poirier, É., et Joblot, L. (2020). Transformer le secteur de la construction par le numérique : Un chantier ambitieux et nécessaire. Dans L. Faucher (Éd.), *Le Québec économique 9 : Perspectives et défis de la transformation numérique* (p. 433–456). CIRANO.
- Botton, C., et Forgues, D. (2018). Comprendre l'impact du numérique sur la gestion de projet en construction. *Lien social et Politiques*, (81), 41–60. <https://doi.org/10.7202/1056303ar>
- Bredella, N. (2019). Simulation and architecture: Mapping building information modeling. *N.T.M. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 27, 419–441. <https://doi.org/10.1007/s00048019002249>
- Brown, A., et Danaher, P. A. (2017). CHE Principles: facilitating authentic and dialogical semi-structured interviews in educational research. *International Journal of Research & Method in Education*, 42(1), 76–90. <https://doi.org/10.1080/1743727x.2017.1379987>
- Brunet, M. et Forgues, D. (2019). Investigating collective sensemaking of a major project success. *International Journal of Managing Projects in Business*, 12(3), 644665. <https://doi.org/10.1108/IJMPB0820180167>

- Brunet, M., Petit, M.C. et Romero Torres, A. (2024). Interorganizational design for collaborative governance in coowned major projects: An engaged scholarship approach. *Project Management Journal*, 55(5), 580598. <https://doi.org/10.1177/87569728231208853>
- Bryde, D., Broquetas, M., et Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971–980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- Buys, T., Casteleijn, D., Heyns, T., & Untiedt, H. (2022). A Reflexive Lens on Preparing and Conducting Semi-structured Interviews with Academic Colleagues. *Qualitative Health Research*, 32(13), 2030–2039. <https://doi.org/10.1177/10497323221130832>
- Byun, Y., & Sohn, B. (2020). ABGS: A System for the Automatic Generation of Building Information Models from Two-Dimensional CAD Drawings. *Sustainability*, 12(17), 6713. <https://doi.org/10.3390/su12176713>
- Careau, E., et Vallée, C. (2014). *Recherche qualitative et scientificité (Trustworthiness)*. Dans Guide pratique de recherche en réadaptation (pp. 489–507). De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.guill.2014.01.0489>
- Castillo-Montoya, M. (2016). Preparing for interview research: The Interview Protocol Refinement Framework. *The Qualitative Report*. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2016.2337>
- Che Ibrahim, C. K. I., Mohamad Sabri, N. A., Belayutham, S., et Mahamadu, A. (2019). Exploring behavioural factors for information sharing in BIM projects in the Malaysian construction industry. *Built Environment Project and Asset Management*, 9(1), 15–28. <https://doi.org/10.1108/BEPAM0220180042>
- Chen, G., Chen, J., Tang, Y., et Li, Q. (2022). Identifying effective collaborative behaviors in BIMenabled construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(6), 04022026. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.19437862.0002274](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.19437862.0002274)

- Cheng, J., Huang, L., Jiang, L., Chen, J., Chen, W., et He, Y. (2023). Fostering knowledge collaboration in construction projects: The role of BIM application. *Buildings*, 13(3), 812. <https://doi.org/10.3390/buildings13030812>
- Choo, C. W. (2001). Environmental scanning as information seeking and organizational learning. *Information Research*. <https://doi.org/10.31026/j.eng.2016.03.09>
- Cocco, L., et Tonelli, R. (2024). Digital transformation in the construction sector: Blockchain, BIM and SSI for a more sustainable and transparent system. *Future Internet*, 16(232). <https://doi.org/10.3390/fi16070232>
- Commission de la construction du Québec (CCQ). (2025). *Rapport annuel de gestion 2024*. CCQ.
- Creswell, J. W. et Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Fifth edition). SAGE.
- Dakhil, A., Alshawi, M., et Underwood, J. (2015). *BIM client maturity: Literature review*. Proceedings of the 12th International Post-Graduate Research Conference, University of Salford, UK.
- Dave, B. et Koskela, L. (2009). Collaborative knowledge management, A construction case study. *Automation in Construction*, 18(7), 894–902. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.03.015>
- Davies, R. (1989). Generating new knowledge by information retrieval and classification. *Journal of Documentation*, 46(4), 368372. <https://doi.org/10.1108/eb026846>
- Dawes, S. S. (1996). Interagency information sharing: Expected benefits, manageable risks. *Journal of Policy Analysis and Management*, 15(3), 377–394.
- De Gaetani, C. I., Mert, M., et Migliaccio, F. (2020). Interoperability analyses of BIM platforms for construction management. *Applied Sciences*, 10(13), 4437. <https://doi.org/10.3390/app10134437>
- Degu, G., et Yigzaw, T. (2006). *Research methodology: Lecture notes for health science students*. University of Gondar; Ethiopia Public Health Training Initiative; The Carter Center.

- Ding, L., Zhou, Y., et Akinci, B. (2014). Building information modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. *Automation in Construction*, 46, 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.04.009>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. et Liston, K. (2008). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* (1re éd.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470261309>
- Egbu, C. (2006). Knowledge production and capabilities – their importance and challenges for construction organisations in China. *Journal of Technology Management in China*, 1(3), 304321. <https://doi.org/10.1108/17468770610704967>
- Elalwani, E. et Çalışkan, E. B. (2024). Integrating BIM technology in construction for effective knowledge management: Case studies and methodological insights. *Turkish Journal of Engineering*, 8(4), 647655. <https://doi.org/10.31127/tuje.1458923>
- EU BIM Task Group. (2017). *Handbook for the introduction of building information modelling by the European public sector: Strategic action for construction sector performance: Driving value, innovation and growth*. Publications Office of the European Union. <https://www.eubim.eu>
- Ezin, Eugène C. (2024). *La méthodologie de recherche scientifique*. DOI.org (Datacite). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10693.05606>.
- Frimousse, S., et Peretti, J. (2019). Comment développer les pratiques collaboratives et l'intelligence collective. *Question(S) de Management*, n° 25(3), 99-129. <https://doi.org/10.3917/qdm.193.0099>
- Fulford, R., et Standing, C. (2014). Construction industry productivity and the potential for collaborative practice. *International Journal of Project Management*, 32(2), 315–326. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.05.007>
- Galan, N. (2023). Knowledge loss induced by organizational member turnover: a review of empirical literature, synthesis and future research directions (Part II). *The Learning Organization*, 30(2), 137–161. <https://doi.org/10.1108/tlo-09-2022-0108>

- Ghadiminia, N., Mayouf, M., Cox, S., et Krasniewicz, J. (2022). BIM-enabled facilities management (FM): a scrutiny of risks resulting from cyber attacks. *Journal of Facilities Management*, 20(3), 326–349. <https://doi.org/10.1108/jfm-01-2021-0001>
- Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Azhar, S., Efimova, O., et Raahemifar, K. (2017). Building information modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1046–1053. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.083>
- Gouvernement du Québec. (2024). *Feuille de route gouvernementale pour la modélisation des données des infrastructures (2021-2026)* (Mise à jour au 31 mars 2024). Secrétariat du Conseil du trésor.
- Gouvernement du Québec. (2025). *Plan québécois des infrastructures 2025-2035* (Vol. 6). Ministère des Finances.
- Gu, N. et London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, 19(8), 988-999.
- Guo, H., Yu, R., et Fang, Y. (2019). Analysis of negative impacts of BIM enabled information transparency on contractors' interests. *Automation in Construction*, 103, 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.007>
- Guyot, B. (2012). *Management de l'information dans les organisations: éléments de méthode*. https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00665257v1
- Hiller, J. (2016). Epistemological foundations of objectivist and interpretivist research. Dans *Music therapy research* (99127). Barcelona Publishers.
- Hong, J., Akotia, J., et Charles, E. (2024). Virtual reality in construction activities: barriers for adoption in China. *Construction Economics and Building*, 24(1/2). <https://doi.org/10.5130/ajceb.v24i1/2.8784>

- Honic, M., Kovacic, I., et Rechberger, H. (2019). Concept for a BIM-based Material Passport for buildings. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 225, 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012073>
- Hunter, D., McCallum, J., et Howes, D. (2019). Defining exploratory descriptive qualitative (EDQ) research and considering its application to healthcare. *Journal of Nursing and Health Care*, 4(1). Enlighten – University of Glasgow. <http://eprints.gla.ac.uk/180272>
- Hussain, O. A. I., Moehler, R. C., Walsh, S. D. C., et Ahiaga Dagbui, D. D. (2024). Minimizing cost overrun in rail projects through 5DBIM: A conceptual governance framework. *Buildings*, 14(2), 478.
- Ifenthaler, D., et Egloffstein, M. (2020). Development and implementation of a maturity model of digital transformation. *TechTrends*, 64(2), 302–309. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00457-4>
- Institut du Québec. (2025). *Innover en construction : Des pistes pour accroître la productivité de l'industrie et la qualité des emplois*. Institut du Québec.
- Jashapara, A. (2004). *Knowledge management: An integrated approach*. Pearson Education.
- Jeong, D. Y., et Kim, H. J. (2022). The Advent of the New Architectural Profession through BIM. *Buildings*, 12(8), 1134. <https://doi.org/10.3390/buildings12081134>
- Jiang, Y., Liu, X., Kang, K., Wang, Z., Zhong, R. Y., et Huang, G. Q. (2021). Blockchain-enabled cyber-physical smart modular integrated construction. *Computers in Industry*, 133, 103553. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103553>
- Jin, M., et Li, B. (2023). Dual-Level framework for OpenBIM-Enabled Design collaboration. *Buildings*, 13(12), 3031. <https://doi.org/10.3390/buildings13123031>
- Jobidon, G., Lemieux, P., et Beauregard, R. (2018). Implementation of integrated project delivery in Quebec's procurement for public infrastructure: A comparative and relational perspective. *Sustainability*, 10(8), 2648. <https://doi.org/10.3390/su10082648>

- Junnier, F. (2024). Action and understanding in the semi-structured research interview: Using CA to analyse European research scientists' attitudes to linguistic (dis)advantage. *Journal of English for Academic Purposes*, 68, 101355. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2024.101355>
- Kallio, H., Pietilä, A.-M., Johnson, M., et Kangasniemi, M. (2016). *Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide*. *Journal of Advanced Nursing*, 72(12), 2954–2965
- Khattra, S. K., et Jain, R. (2024). An interoperable analysis of building information modeling for structural design purposes. *Asian Journal of Current Research*, 9(3), 118–134. <https://doi.org/10.56557/ajocr/2024/v9i38778>
- Kineber, A. F., Othman, I., Famakin, I. O., Oke, A. E., Hamed, M. M., & Olayemi, T. M. (2023). Challenges to the implementation of building information modeling (BIM) for sustainable construction projects. *Applied Sciences*, 13(6), 3426. <https://doi.org/10.3390/app13063426>
- Klimešová, D. (2009, March). Data, information and knowledge transformation. In *Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Automation & Information*.
- Konno, N., et Schillaci, C. E. (2021). Intellectual capital in Society 5.0 by the lens of the knowledge creation theory. *Journal of Intellectual Capital*, 22(3), 478–505. <https://doi.org/10.1108/jic-02-2020-0060>
- Koskinen, K. U., et Breite, R. (2020). *Uninterrupted knowledge creation: Process philosophy and autopoietic perspectives*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57303-4>
- Kurniawan, R., et Sushandoyo, D. (2025). Bridging the BIM Maturity Gap in Developing Country: A change and Knowledge Management Framework for Enhancing Project values. *European Journal of Business Management and Research*, 10(4), 198–202. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2025.10.4.2736>
- Lalropuia, K., Goyal, S., De Soto, B. G., Yao, D., et Sonkor, M. S. (2025). Mitigating malicious insider threats to common data environments in the architecture, engineering, and construction industry: an incomplete information game approach. *Journal of Cybersecurity and Privacy*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.3390/jcp5010005>

- Lee, D., Lee, S. H., Masoud, N., Krishnan, et Li, V. C. (2021). Integrated digital twin and blockchain framework to support accountable information sharing in construction projects. *Automation in Construction*, 127, 103688. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103688>
- Liao, J., Kim, H. Y., et Shin, M. H. (2025). Quantitative and qualitative benefits of using BIM in design and construction stages for railway development. *Buildings*, 15(2), 180. <https://doi.org/10.3390/buildings15020180>
- Lindgren, J., et Widen, K. (2018). Diffusing building information management – Knowledge integration, mechanisms and knowledge development. *Architectural Engineering and Design Management*, 14(5), 347-362. <https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1394260>
- Liu, C.-H. S. (2018). Examining social capital, organizational learning and knowledge transfer in cultural and creative industries of practice. *Tourism Management*, 64, 258-270. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tourman.2017.09.001>
- Liu, Y., van Nederveen, S., et Hertogh, M. (2017). Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China. *International Journal of Project Management*, 35(4), 686–698. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.007>
- Liu, Z., Dai, J., Conati, C., et McGrenere, J. (2025). Envisioning AI Support during Semi-Structured Interviews Across the Expertise Spectrum. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 9(2), 1–29. <https://doi.org/10.1145/3710909>
- Lourenço, M. P., Arantes, A., et Costa, A. A. (2025). Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in Late-Adopting EU countries: the case of Portugal. *Buildings*, 15(10), 1651. <https://doi.org/10.3390/buildings15101651>
- Madden, A. (2000). A definition of information. *Aslib Proceedings*, 52(9), 343–349. <https://doi.org/10.1108/eum000000007027>

- Maheshwari, S., Ochoa, J. J., Gu, N., Rameezdeen, R., Mayer, W., et Doe, R. M. (2025). Improving Information Sharing in Offsite Construction (OSC): A systematic literature review. *Buildings*, 15(5), 698. <https://doi.org/10.3390/buildings15050698>
- Matheus, R., Janssen, M., et Janowski, T. (2021). Design principles for creating digital transparency in government. *Government Information Quarterly*, 38(1), 101550. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101550>
- McMillan, W. J. (2009). Finding a method to analyze qualitative data: using a study of conceptual learning. *Journal of Dental Education*, 73(1), 53–64. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2009.73.1.tb04639.x>
- Mehran, D., Poirier, A. E., et Forgues, D. (2022). Impact of fragmentation on value generation – Towards a BIM-enabled lean framework. *Proceedings of the 30th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC30)*, 1165–1176. <https://doi.org/10.24928/2022/0229>
- Mi, Z., et Li, J. (2024). Maximizing project efficiency and collaboration in construction management through building information modeling (BIM). *Applied and Computational Engineering*, 72(1), 24–29. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/72/20240986>
- Miao, C., Wang, H., Meng, X., Hou, X., Yan, Y., Liu, S., et He, Y. (2024). BIM-Supported knowledge Collaboration: a case study of a highway project in China. *Sustainability*, 16(20), 9074. <https://doi.org/10.3390/su16209074>
- Ministère des Finances du Québec. (2017). *Plan économique du Québec – Budget 20172018*. Gouvernement du Québec.
- Mohammed, B. H., Sallehudin, H., Mohamed, S. A., Satar, N. S. M., et Hussain, A. H. B. (2022). Internet of Things-Building Information Modeling Integration: Attacks, challenges, and Countermeasures. *IEEE Access*, 10, 74508–74522. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3190357>
- Mohajan, H. K. (2018). Qualitative research methodology in social sciences and related subjects. *Journal of Economic Development, Environment and People*, 7(1), 23–48. <https://doi.org/10.26458/jedep.v7i1.571>

- Mohd Nawji, M. N., Baluch, N., et Bahauddin, A. Y. (2014). Impact of fragmentation issue in construction industry: An overview. *MATEC Web of Conferences*, 15, 01009. <https://doi.org/10.1051/matecconf/20141501009>
- Naoum, S., et Egbu, C. (2015). Critical review of procurement method research in construction journals. *Procedia Economics and Finance*, 21, 6–13. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00144-6](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00144-6)
- Nepal, M. P., et Staub-French, S. (2016). Supporting knowledge-intensive construction management tasks in BIM. *Journal of Information Technology in Construction*, 21, 13–38. <http://www.itcon.org/2016/2>
- Nonaka, I., Umemoto, K., et Senoo, D. (1996). From information processing to knowledge creation: A paradigm shift in business management. *Technology In Society*, 18(2), 203–218. [https://doi.org/10.1016/0160-791X\(96\)00001-2](https://doi.org/10.1016/0160-791X(96)00001-2)
- Norell, M., et Stehn, L. (2024). Architects coping with continuous fragmentation. *Architectural Engineering and Design Management*, 21(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/17452007.2024.2400156>
- Olawumi, T. O., Chan, D. W. M., Wong, J. K. W., et Chan, A. P. C. (2018). Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. *Journal of Building Engineering*, 20, 60–71. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.06.017>
- Papadonikolaki, E., van Oel, C., et Kagioglou, M. (2019). Organising and managing boundaries: A structural view of collaboration with Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 37(3), 378–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.01.010>
- Perera, H., Azadnia, A. H., et Ghadimi, P. (2022). Development of a Multi-Agent system to tackle communication fragmentation and information exchange in the construction industry. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 335–340. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.409>
- Pham Van, B., Wong, P., & Abbasnejad, B. (2025). A systematic review of criteria influencing the integration of BIM and Immersive Technology in building projects. *Journal of Information Technology in Construction*, 30, 243–297. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.011>

- Philip, J. (2018). An application of the dynamic knowledge creation model in big data. *Technology in Society*, 54, 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.04.001>
- Pidgeon, A., et Dawood, N. (2021). BIM Adoption Issues in Infrastructure Construction Projects: Analysis and Solutions. *Journal of Information Technology in Construction*, 26, 263–285. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.015>
- Preidel, C., Borrmann, A., Oberender, C., et Tretheway, M. (2016). Seamless integration of common data environment access into BIM authoring applications: The BIM integration framework. *1th European Conference on Product and Process Modelling (ECPPM 2016)*, Limassol, Chypre. DOI [10.13140/RG.2.1.4487.4488](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4487.4488)
- Proulx, J. (2019). Recherches qualitatives et validités scientifiques. *Recherches qualitatives*, 38(1), 53–70. <https://doi.org/10.7202/1059647ar>
- Rahayu, A., et Sulistyowati, N. (2024). Effect of information quality on supply chain performance through information sharing: Evidence from construction industry in Indonesia. *International Journal of Business and Management (IJB)*, 3(2), 57–69. <https://iessociety.org/>
- Rahman, S. H. A., Endut, I. R., Faisol, N., et Paydar, S. (2014). The Importance of Collaboration in Construction Industry from Contractors' Perspectives. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 129, 414–421. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.695>
- Razmerita, L., Kirchner, K., & Nielsen, P. (2016). What factors influence knowledge sharing in organizations? A social dilemma perspective of social media communication. *Journal of Knowledge Management*, 20(6), 1225–1246. <https://doi.org/10.1108/JKM-03-2016-0112>
- Rendle, K. A., Abramson, C. M., Garrett, S. B., Halley, M. C., et Dohan, D. (2019). Beyond exploratory: a tailored framework for designing and assessing qualitative health research. *BMJ Open*, 9(8), e030123. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-030123>

- Rezgui, H., Ait Haddou, H., et Camilleri, G. (2025). Application of Collaborative Engineering to Manage the Work of BIM Construction Stakeholders (Design Stage). *Architecture*, 5(1), 19. <https://doi.org/10.3390/architecture5010019>
- Roberts, J. (2000). From know-how to show-how? Questioning the role of information and communication technologies in knowledge transfer. *Technology Analysis and Strategic Management*, 12(4), 429–443. <https://doi.org/10.1080/713698499>
- Riazi, S., Zainuddin, M. F., Nawi, M. N. M., Musa, S., et Lee, A. (2020). A critical review of fragmentation issues in the construction industry. *Talent Development & Excellence*, 12(2s), 1510–1521.
- Ribeiro, F. L., et Cintra, M. A. H. (2007). Knowledge sharing and reuse for improving construction project earned value. In *CIB World Building Congress 2007* (pp. 1383–1392)
- Sampaio, A. Z., Azevedo, G., et Gomes, A. (2023). BIM manager role in the integration and coordination of construction projects. *Buildings*, 13(8), 2101 <https://doi.org/10.3390/buildings13082101>
- Savoie-Zajc, L. (2007). *Comment peut-on construire un échantillonnage scientifiquement valide ?* Recherches qualitatives, Hors-série (5), 99–111.
- Savolainen, R. (2017). Information sharing and knowledge sharing as communicative activities. *Information Research*, 22(3), Article 767.
- Sawadogo, H. P. (2021). Saturation, triangulation et catégorisation des données collectées. *Guide décolonisé et pluriversel de formation à la recherche en sciences sociales et humaines*.
- Schmitt, D. (2022). "Information" (définition). Dans F. Mairesse , *Dictionnaire de muséologie* (p. 318–321). ICOM et Armand Colin.
- Schommer-Aikins, M. (2004). Explaining the epistemological belief system: Introducing the embedded systemic model and coordinated research approach. *Educational Psychologist*, 39(1), 19–29. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3901_3

- Selvanesan, H., et Satanarachchi, N. (2023). Potential for synergetic integration of Building Information Modelling, Blockchain and Supply Chain Management in construction industry. *Journal of Information Technology in Construction*, 28, 662–691. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2023.035>
- Shi, Q., Wang, Q., et Guo, Z. (2022). Knowledge sharing in the construction supply chain: collaborative innovation activities and BIM application on innovation performance. *Engineering Construction and Architectural Management*, 29(9), 3439–3459. <https://doi.org/10.1108/ecam-12-2020-1055>
- Shoozan, A., et Mohamad, M. (2024). Application of interview protocol Refinement framework in systematically developing and refining a semi-structured interview protocol. *SHS Web of Conferences*, 182, 04006. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202418204006>
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M., et Adriaanse, A. (2021). Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. *Frontiers of Engineering Management*, 8(2), 236–257. <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0088-2>
- St-Cyr Tribble, D., et Saintonge, L. (1999). Réalité, subjectivité et crédibilité en recherche qualitative: quelques questionnements. *Recherches qualitatives*, 20, 113-125.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Succar, B. (2010). Building Information Modelling Maturity Matrix. In *Advances in civil and industrial engineering book series* (pp. 65–103). <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-928-1.ch004>
- Sudakova, K., Remeš, J., et Tichá, A. (2024). Building Execution Plan as an effective document for Building Information Modelling. *Procedia Computer Science*, 239, 556–562. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.207>
- Sun, H., Khoo, T. J., Esa, M., Mahdiyar, A., et Li, J. (2024). Critical factors driving construction project performance in integrated 5D building information modeling. *Buildings*, 14(9), 2807. <https://doi.org/10.3390/buildings14092807>

- Tang, S., Shelden, D. R., Eastman, C. M., Pishdad-Bozorgi, P., et Gao, X. (2019). A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends. *Automation in Construction*, *101*, 127–139.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.020>
- Turk, Ž. (2025). Reflections on three decades of building information modeling. *Buildings*, *15*(2), 231.
<https://doi.org/10.3390/buildings15020231>
- Utama, S. F., Negara, K. P., et Wijatmiko, I. (2023). BIM implementation for storing, sharing and capturing knowledge in Indonesian project construction. *Civil and Environmental Science*, *6*(2), 163–173.
<https://doi.org/10.21776/civense.v6i2.414>
- Vidalakis, C., Abanda, F. H., & Oti, A. H. (2020). BIM adoption and implementation: focusing on SMEs. *Construction Innovation*, *20*(1), 128–147. <https://doi.org/10.1108/ci-09-2018-0076>
- Vigneault, M., Botton, C., Chong, H., et Cooper-Cooke, B. (2019). An Innovative Framework of 5D BIM Solutions for Construction Cost Management: A Systematic Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, *27*(4), 1013–1030. <https://doi.org/10.1007/s11831-019-09341-z>
- Wang, H., et Meng, X. (2021). BIM-Supported Knowledge Management: Potentials and Expectations. *Journal of Management in Engineering*, *37*(4), 04021032. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000934](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000934)
- Wang, J., Abbott, P. Y., et Zamani, E. D. (2021). BIM as a boundary object in construction Projects: A Knowledge-as-Practice Perspective. In *Lecture notes in computer science* (pp. 371–382). https://doi.org/10.1007/978-3-030-85447-8_32
- Wang, Z., Wang, T., Hu, H., Gong, J., Ren, X., & Xiao, Q. (2020). Blockchain-based framework for improving supply chain traceability and information sharing in precast construction. *Automation in Construction*, *111*, 103063. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.103063>

- Waqar, A., Houda, M., Khan, A. M., Khan, M. B., Raja, B. N. K., et Elmazi, G. (2024). Limitations to the BIM-based safety management practices in residential construction project. *Environmental Challenges*, 14, 100848. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100848>
- Weick, K. E. (1993). The collapse of sensemaking in organizations: The Mann Gulch disaster. *Administrative Science Quarterly*, 38(4), 628–652.
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations*. Thousand Oaks, California, Sage Publications.
- Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., et Obstfeld, D. (2005). Organizing and the process of sensemaking. *Organization Science*, 16(4), 409–421.
- Wickramasinghe, N. (2006). Knowledge creation. In *IGI Global eBooks* (pp. 326–335). <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-573-3.ch043>
- Wilson, T. D. (2010). Information sharing: An exploration of literature and some propositions. *Information Research: An International Electronic Journal*, 15(4), n4.
- Won, J., et Lee, G. (2016). How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach. *Automation in Construction*, 69, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.022>
- Yang, A., Han, M., Zeng, Q., et Sun, Y. (2021). Adopting Building Information Modeling (BIM) for the development of smart Buildings: A Review of Enabling Applications and Challenges. *Advances in Civil Engineering*, 2021(1). <https://doi.org/10.1155/2021/8811476>
- Yin, X. (2024). *Research on collaborative management of BIM (Building Information Modeling) in engineering projects*. In *Proceedings of ICEMGD 2024 Workshop: Innovative Strategies in Microeconomic Business Management*. 115(1), 49–55. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/115/2024BJ0212>
- Zhao, X., Yan, W., Xia, Y., Sun, Z., Li, M., Bao, Y., et Guo, Q. (2024). Multi-Scale Information Collaborative Management method in hierarchical construction projects based on building information modeling. *Applied Sciences*, 14(24), 12053. <https://doi.org/10.3390/app142412053>

Zhao, J. (2009). *Information sharing and value in construction supply chain*. In Proceedings of the 2009 International Conference on Management Science & Engineering (16th), Moscow, Russia (pp. 1942–1949). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMSE.2009.5317670>

Zou, Y., Kiviniemi, A., et Jones, S. W. (2017). A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. *Safety Science*, 97, 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.12.027>