

BIM pour l'amélioration du processus de gestion et la maintenance des actifs immobiliers

Par

Nouha BOUFARES

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DE LA MAITRISE
AVEC MÉMOIRE EN GÉNIE DE LA CONSTRUCTION
M. Sc. A.

MONTRÉAL, LE 03 AOÛT 2022

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Nouha Boufares, 2022



Cette licence [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

PRÉSENTATION DU JURY

CE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ

PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

Mme Iordanova, directrice de mémoire
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Forgues, codirecteur de mémoire
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

Mme Christiane Papineau, présidente du jury
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Ali Motamedi, membre du jury
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

IL A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 05 JUILLET 2022

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon projet et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à la directrice et le codirecteur de ce mémoire, Mme Iordanova et M. Forgues, pour leur patience, leur disponibilité et surtout leurs judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

J'aimerais aussi gratifier les efforts des membres du service de gestion des actifs immobiliers SGAI et du bureau de projet de l'ÉTS qui ont eu l'amabilité de répondre à mes questions et de fournir les explications nécessaires.

Je remercie également M. Motamedi, professeur à l'ÉTS, pour sa précieuse collaboration en me fournissant des données précises pour la réalisation du projet du mémoire.

Un grand merci à ma mère, mon père, mes sœurs et mon frère pour leur amour, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel qui m'a permis de réaliser les études que je voulais et par conséquent ce mémoire.

Enfin, je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

BIM pour l'amélioration du processus de gestion et la maintenance des actifs immobiliers

Nouha BOUFARES

RÉSUMÉ

Ce travail de maîtrise porte sur l'intégration de l'approche de modélisation des données du bâtiment (BIM) pour l'amélioration de la gestion et la maintenance des actifs immobiliers à la phase d'opération et de la maintenance (O&M), en particulier pour les bâtiments universitaires.

Ce mémoire présente la problématique de la gestion des actifs immobiliers, due entre autres à l'absence des exigences contractuelles et d'encadrement au niveau des étapes de la conception et de la construction pour fournir les informations requises dans les modèles BIM pour la gestion de l'actif. Ceci entraîne des coûts supplémentaires et des erreurs liées à l'extraction manuelle des documents de construction, de l'information manquante ou à une perte d'information, ainsi qu'à des frais additionnels de l'exploitation des bâtiments, associés à la non-disponibilité ou à la qualité insuffisante des informations sur l'actif.

La méthodologie du mémoire consiste en une étude de cas, combinée à une recherche-action dans le contexte de deux pavillons universitaires réalisés en BIM, dont la construction de l'un est presque terminée, tandis que l'autre est en démarrage. L'objectif de l'étude de cas est d'analyser les pratiques actuelles et d'explorer le potentiel du BIM pour l'amélioration de la gestion des actifs immobiliers à la phase d'opération et de la maintenance. Cette étude de cas s'est déroulée en deux grandes parties. La première porte sur l'analyse de l'expérience BIM au niveau de l'exécution du projet du pavillon A. Au cours de cette analyse, on a étudié les enjeux rencontrés au niveau de la capture et du transfert des données numériques du projet. La deuxième étude de cas a été combinée à une recherche-action, qui a permis d'identifier des recommandations issues des leçons apprises de la première étude de cas afin d'améliorer le processus BIM pour le projet du pavillon B.

VIII

Cette recherche dont le but est de contribuer à l'amélioration de la gestion des actifs immobiliers, propose un cadre de production et de réception des livrables numériques inspiré des normes ISO19650 et ISO55000.

Mots-clés : Building information modeling BIM, Gestion de la maintenance assistée par ordinateur GMAO, Processus de gestion des actifs, requis des informations des actifs.

BIM for enhancing the processes of operation and maintenance of built assets

Nouha BOUFARES

ABSTRACT

This master's thesis focuses on the integration of the Building Information Modeling (BIM) approach to improve the management and maintenance of real estate assets at the operation and maintenance (O&M) phase, particularly for university buildings.

This thesis addresses an issue in real estate asset management due to, among other things, to the lack of contractual requirements and guidance at the design and construction stages to provide the required information in BIM models for asset management. This leads to additional costs and errors associated with manual extraction of construction documents, missing information or loss of information, and additional building operation costs associated with the non-availability or low quality of asset information.

The adopted methodology is action research, based on a case study of two university pavilions built using BIM, one of which is nearing construction completion (Pavilion A), while the second one (Pavilion B) is at the start-up phase. The objective of this case study is to verify the potential of BIM for improving the management of real estate assets in the operation and maintenance phase.

This case study was conducted in two parts. The first one is an analysis of the use of BIM during the execution of the Pavilion A project. In this analysis, the issues encountered in terms of capturing and transferring of the digital project data were studied. The second case study evolves into action-research as it formulates recommendations from the lessons learned from the first BIM experience to improve the BIM process for the Pavilion B project.

This research, which aims to improve the management of real estate assets, proposes a framework for the production and reception of digital deliverables inspired by the ISO19650 and ISO55000 standards.

Keywords: Building information modeling BIM, Computer-aided maintenance management CMMS, Asset management process, Asset information requirements.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 Revue de littérature	3
1.1 La problématique de la gestion de l'information dans les projets traditionnels.	3
1.1.1 La séparation entre la conception et la construction	3
1.1.2 La non-participation des gestionnaires des actifs dans la conception.....	4
1.1.3 La séparation entre le projet et la gestion de l'actif.....	5
1.1.4 Les pistes de solution proposées dans la littérature et leurs enjeux.....	7
1.2 Une gestion du cycle de vie de l'actif axée sur la valorisation de la donnée.....	15
1.2.1 ISO 55000 et ISO 19650.....	15
1.2.2 Les technologies BIM associées	18
1.3 Discussion	20
CHAPITRE 2 Méthodologie de recherche	23
2.1 Stratégie de recherche	23
2.2 Présentation de l'étude de cas	24
2.3 Présentation de la recherche-action	24
2.4 Les étapes de la recherche.....	25
2.4.1 Phase 1 : Diagnostic.....	26
2.4.2 Phase 2 : Plan d'action	28
2.4.3 Phase 3 : Prise d'action.....	29
2.4.4 Phase 4 : Validation	29
2.4.5 Phase 5 : Spécifier l'apprentissage	30
CHAPITRE 3 Phase 1 : Analyse du contexte d'affaires dans la production et la gestion des modèles BIM pour le pavillon A.	33
3.1 Présentation de la structure organisationnelle de l'université en gestion des actifs	33
3.2 Analyse des modèles BIM (Pavillon A)	35
3.2.1 Outils utilisés pour le contrôle qualité du modèle	35
3.2.2 Liste de contrôle qualité des données d'actifs	36
3.3 Cartographie du processus existant.....	37
3.3.1 Processus de production et de transfert des données du pavillon A	37
3.3.2 Processus de réception et gestion des documents	39
3.3.3 Processus de mise à jour des plans (département de la gestion des actifs immobiliers).....	41
3.4 Les enjeux de gestion et la maintenance des actifs immobiliers	42
3.5 Discussion	43
CHAPITRE 4 Proposition d'un cadre de production et de réception des livrables numériques du projet.....	45
4.1 Phase 2 : Plan d'action pour le cadre de production et de réception des livrables numériques	46
4.1.1 Processus de planification et suivi de la production des modèles	47

4.1.2	Processus de réception et de transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers	48
4.1.3	Processus d'extraction des données vers les systèmes GMAO	50
4.1.4	Processus de réaménagement ou les travaux majeurs.....	52
4.2	Phase 3 prises d'action (partielle) : Spécification, des requis d'information	54
4.3	Implantation d'une plateforme collaborative pour le suivi de la production des modèles BIM.....	58
4.4	Phase 4 : Validation	61
4.5	Discussion :	61
CONCLUSION.....		63
ANNEXE I Rapport d'analyse.....		65
ANNEXE II Liste de vérification		74
ANNEXE III Liste des espaces critiques.....		77
ANNEXE IV Liste des attributs des espaces.....		81
ANNEXE V COBA Annexe : _Chargement initial Université (Fiche B.4).....		83
LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		117

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 2.1: Liste des documents consultés	26
Tableau 2.2: Liste des entrevues.....	27
Tableau 2.3: Participation aux rencontres.....	27
Tableau 2.4: Objectifs de la recherche.....	30
Tableau 3.1: Tableau d'identification des enjeux.....	39
Tableau 4.1: Les différents enjeux rencontrés au niveau du pavillon A et les solutions proposées pour le pavillon B.....	45
Tableau 4.2: Enjeux et solutions de la réception et le transfert des modèles.....	49
Tableau 4.3: enjeux et solutions au niveau du réaménagement et des travaux majeurs dans les bâtiments existants	52

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1: Format du fichier COBie	8
Figure 1.2: Exportation du fichier COBie de Revit.....	9
Figure 1.3: La capture de l'information COBie tout le long du projet.....	10
Figure 1.4: Cadre de développement de la BIM 7D.....	12
Figure 1.5: Transfert de données Revit vers Ecodomus via l'utilisation d'un plug-in Revit (Image fournie par l'Université de Californie du Sud (USC))	14
Figure 2.1: Cycle de la recherche-action	24
Figure 2.2: Les étapes de la recherche.....	25
Figure 3.1: Organigramme simplifié de la direction du service de la gestion immobilière	34
Figure 3.2: Processus de production et de transfert des données du pavillon A	38
Figure 3.3: Processus de réception et gestion des documents	40
Figure 3.4: Processus de mise à jour des plans au niveau du département de la gestion des actifs immobiliers	41
Figure 4.1: Processus de planification et suivi de la production des modèles	48
Figure 4.2: Processus de réception et de transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers	50
Figure 4.3: Processus d'extraction des données vers les systèmes GMAO et de gestion des espaces.....	52
Figure 4.4: Processus de réaménagement ou les travaux majeurs.....	53
Figure 4.5: Processus de création des requis d'information des Actifs (RIA) pour les espaces (phase 1).....	55
Figure 4.6: Processus de création des requis d'Information des actifs (RIA) pour les espaces (phase 2).....	56
Figure 4.7: un extrait de la liste des espaces critiques.....	57

Figure 4.8:	un extrait de liste des attributs critiques des espaces	58
Figure 4.9:	Environnement de BIM360.....	59
Figure 4.10:	Visualisation d'un modèle en 3D avec possibilité d'annotations	60

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

3D	Tridimensionnel
4D	Temps
5D	Coût
AEC	Le secteur de l'architecture, de l'ingénierie, de la construction
AECO	Architecture, de l'ingénierie, de la construction et des opérations
AIM	Modèle d'information sur les actifs
AO	Appel d'offres
AQ	Assurance Qualité
BD	Bases de données
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BMS	<i>Building Management Systems</i>
BS	<i>British Standards</i>
BSI	<i>British Standards Institution</i>
CAFM	Système de gestion des installations assistées par ordinateur
CAO 3D	Conception assistée par ordinateur 3D
CDE	Common Data Environment (environnement de données commun)
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
CQ	Contrôle Qualité
CVC	Chauffage, ventilation et climatisation
CSV	<i>Comma-separated values</i>
DGAI	Département de Gestion des Actifs immobiliers
EDMS	<i>Electronic Document Management Systems</i>

FM	<i>Facility Management</i>
FMT	<i>Facilities Management Team</i>
GI	Gestionnaires immobiliers
GMAO	Gestion de la Maintenance assistée par ordinateur
GP	Gestionnaires du Projet
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
MEP	Mécanique, électrique et plomberie
O&M	Opération et Maintenance
PAS	<i>Publicly Available Specification</i>
PFT	Programme fonctionnel et technique
RA	Recherche-action
RFID	Identification par radiofréquence
RRDS	Rich Room Data Schedule
USC	Université de Californie du Sud

INTRODUCTION

Dans le cadre du développement de l'industrie de la construction au Québec, la modélisation des données du bâtiment (en anglais : *Building Information Modeling (BIM)*) est considérée comme solution adaptée pour assurer la coordination entre les différentes disciplines d'un projet de construction. Il s'agit de la modélisation des informations du bâtiment faisant référence à une collection numérique d'applications logicielles conçue pour faciliter la coordination et la collaboration de projet. Le BIM peut également être considéré comme un processus d'élaboration de la documentation de conception et de construction en construisant virtuellement le bâtiment sur l'ordinateur avant de le construire. Le BIM est un modèle multidimensionnel (3D, 4D [temps] et 5D [coût]) dans lequel une gamme illimitée d'informations visuelles et non visuelles sur le projet et sur le bâtiment sont étiquetées ou attachées à chaque élément du modèle en tant que collection d'attributs (Bloomberg, Burney et Resnick, 2012).

Le BIM est principalement utilisé pendant la conception et la construction, malgré son potentiel pour les gestionnaires d'installations (Motamedi, Iordanova et Forgues, 2018).

Le BIM est une approche qui peut aider les gestionnaires d'actifs à gérer leurs portefeuilles efficacement (Munir, Kiviniemi et Jones, 2019).

Les modèles BIM tels que construits livrés à la fin de la construction sont riches en informations et détails fournis par les différents entrepreneurs spécialisés. Ils peuvent être utilisés pour assurer une bonne et efficace gestion des actifs à la phase d'opération et de maintenance (O&M).

Entre la collecte de l'information générée et partagée durant le cycle de vie du projet et son transfert pour la gestion des actifs immobiliers, la problématique se décline en plusieurs enjeux tels que :

- L'absence des exigences contractuelles et d'encadrement au niveau des étapes de la conception et de la construction pour fournir les informations requises pour la gestion

de l'actif. Cela entraîne des coûts supplémentaires et des erreurs liées à l'extraction manuelle des documents de construction, de l'information manquante ou à une perte d'informations.

- Des coûts additionnels générés au niveau de l'étape d'opération des bâtiments associés à la disponibilité et à la qualité des informations sur l'actif.

La question découlant de cette problématique est la suivante : « Quels sont les enjeux de la gestion des actifs immobiliers actuels et comment le BIM peut représenter une solution pour pallier ces enjeux? »

Cette recherche-action se concentre sur les enjeux rencontrés par la direction de la construction et du département de gestion des actifs immobiliers (DGAi) d'une université dans l'intégration du BIM pour la gestion de ses actifs. L'objectif principal du projet est de proposer un cadre de production et de réception des livrables numériques. Les objectifs spécifiques sont:

- Identifier les enjeux dans la planification et le suivi de la production ainsi que la capture des requis d'informations pour la gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) dans les modèles BIM et leur transfert dans les systèmes de gestion des actifs.
- Proposer et valider des pistes de solutions.
- Développer le cadre de solution.

La recherche est composée de quatre parties. Premièrement, on présente la revue de littérature qui discute des problématiques de gestion et de maintenance des actifs avec les méthodes traditionnelles et l'apport du BIM à cette gestion. Deuxièmement, on présente la méthodologie choisie pour cette étude de cas. Troisièmement, l'analyse du contexte d'affaires dans la production et la gestion des modèles BIM pour le (pavillon A) est abordée. Quatrièmement, un cadre de production et de réception des livrables numériques est proposé.

CHAPITRE 1

Revue de littérature

Ce chapitre présente la revue de littérature scientifique concernant deux grands volets. Le premier, porte sur la problématique de la gestion de l'information dans les projets traditionnels, tandis que le deuxième volet concerne la gestion du cycle de vie de l'actif axée sur la valorisation de la donnée. Finalement, il y aura une discussion des deux volets.

1.1 La problématique de la gestion de l'information dans les projets traditionnels

Dans le but de résoudre la problématique de la gestion de l'information dans les projets traditionnels, l'approche BIM présente un potentiel valable d'économies de coûts pour les activités de gestion des installations (en anglais *Facility management* ou FM), à condition que les données soient exactes et mises à jour (Arayici et al., 2012).

Dans ce module, on aborde quatre problématiques de la gestion de l'information dans les projets traditionnels. Premièrement, la séparation entre la conception et la construction. Deuxièmement, la non-participation des gestionnaires dans la conception. Troisièmement, la séparation entre le projet et la gestion de l'actif. Finalement, les pistes de solution proposées dans la littérature et leurs enjeux.

1.1.1 La séparation entre la conception et la construction

Dans le secteur AEC, de nouvelles installations s'ajoutent aux portefeuilles d'actifs et le principal défi consiste à contrôler le processus de conception et les délais correspondants. En outre, dans chaque projet, on s'attend à ce que les informations essentielles de haute qualité soient disponibles et prêtes juste à temps et tout au long du processus de construction. Malheureusement, dans la réalité, il y a soit trop d'informations pour maintenir une vue d'ensemble, soit pas assez d'informations pour obtenir d'excellentes performances. De plus, la

qualité des données est souvent faible et difficile à localiser, avec des informations diverses dans la documentation complète. Un flux d'informations approprié doit être intégré, accessible et transparent pour toutes les parties (Kiczak 2020).

La plupart des informations utilisées dans un projet de construction proviennent des dessins d'architecture créés au cours du processus de conception. Malheureusement, les informations basées sur les dessins ne sont pas nécessairement vraies ou à jour. Ainsi, toute personne qui reçoit ce type d'informations doit valider si les informations sont toujours adéquates et encore actuelles. En plus, ces informations sont essentiellement non calculables. Alors quiconque reçoit de telles informations et souhaite les réutiliser pour le calcul doit d'abord les décoder, puis - généralement manuellement - les réintroduire dans son propre système. Cette pratique introduit une toute nouvelle série d'erreurs dans les flux d'informations du projet. Le BIM promet de résoudre ce problème, à la fois en améliorant considérablement la qualité inhérente des informations relatives à la conception des bâtiments et en améliorant considérablement les mécanismes et les procédures par lesquels les informations sont communiquées et partagées entre les membres d'une équipe de projet (Crotty, 2013). Or, le BIM n'est pas une solution miracle. Il ne peut résoudre à lui seul l'enjeu des barrières créées par la séparation entre la conception et la construction, car généralement les parties prenantes du projet n'ont aucun intérêt à partager leurs modèles intermédiaires en raison de conditions-cadres telles que la constitution du contrat (Preidel *et al.*, 2016).

1.1.2 La non-participation des gestionnaires des actifs dans la conception

La collaboration entre les gestionnaires immobiliers et l'équipe de gestion des installations (en anglais *Facilities Management Team* ou FMT) au stade de la conception est très limitée. Les concepteurs ne savent pas toujours quelles données sont pertinentes pour le FMT, ce qui ralentit le processus de la FM à cause de la séparation des volets gestion de projet et gestion immobilière dans les organisations. En effet, le problème principal est que les gestionnaires immobiliers (GI) ne sont pas invités par les gestionnaires du projet (GP) dans la préparation des programmes fonctionnels et techniques (PFT) pour faire part de leurs besoins pour la

gestion des installations. Ils ne sont pas non plus mis au courant du potentiel de valorisation des données des modèles pour la gestion des actifs. Bien que le BIM permette d'ajouter plus de données, cela ne signifie pas nécessairement qu'il sera utilisable pendant les étapes FM. Les données ne sont pas nécessairement présentées dans un format utilisable. Les résultats de l'enquête de Pärn et al. (2017) montrent que la saisie manuelle peut prendre jusqu'à deux ans dans la GMAO après les étapes de transfert. Dans l'étude de cas de Korpela et al. (2015), le gestionnaire immobilier a souligné que les informations nécessaires dans la phase de maintenance ne sont pas aussi détaillées que dans la phase de conception et de construction. De plus, les commentaires du personnel d'entretien et des concepteurs étaient limités par leur position particulière dans le cycle de vie du bâtiment.

Un autre problème est que les modèles BIM, livrés à la phase de mise en service, ne peuvent pas être facilement utilisés en phase d'exploitation, probablement parce que les concepteurs ne considèrent toujours pas l'utilisation potentielle de tels modèles lors de la phase d'exploitation et de maintenance. Par conséquent, les données relatives à l'exploitation ne sont pas incluses dans le modèle (Motamedi et al., 2018). Le choix d'adopter le BIM pour la FM exige toujours que les gestionnaires d'installations acquièrent un niveau de conscience de ses avantages supplémentaires par rapport au statu quo, à savoir le système de gestion des installations assistées par ordinateur CAFM (Arayici et al., 2012).

1.1.3 La séparation entre le projet et la gestion de l'actif

Les gestionnaires des bâtiments souffrent d'un manque de données concernant les propriétés, ce qui peut entraîner des décisions inefficaces (Alileche, 2018).

Deux problèmes se posent : premièrement, les données de l'opération et la maintenance O&M requises ne sont généralement pas présentes, et deuxièmement la taille du fichier peut devenir trop importante et trop lourde (McArthur, 2015). En général, les exigences relatives aux tâches de gestion des installations FM ne sont pas bien comprises au début du processus de livraison du projet. Par conséquent, les données transmises depuis les phases de conception et de

construction doivent être filtrées afin que les gestionnaires d'actifs obtiennent les données dont ils ont réellement besoin pour leur travail quotidien (Munir et al., 2019).

La pratique actuelle de la mise en service est très exigeante en main-d'œuvre et les livrables de la mise en service sont essentiellement des documents et des images en 2D qui sont inefficaces et inefficaces à utiliser dans l'exploitation et la maintenance du bâtiment (Wu et Issa, 2012). Il y a un manque de données numériques intelligentes pour soutenir efficacement les améliorations et/ou la maintenance des installations existantes (Rojas *et al.*, 2009. Dans Becerik-Gerber *et al.*, (2012), les auteurs proposent une liste des informations requises pour la FM qui devraient être capturées dans le BIM lors de la conception et de la construction. Cette liste générique nécessite des informations pour la description des actifs (comme le type, le numéro de série, la criticité et l'état), les attributs (comme le poids, la puissance et la consommation d'énergie), le fabricant (comme les numéros de série, de modèle et de pièce), ainsi que l'emplacement des actifs (comme le bâtiment, le sol et l'espace). McArthur (2015) soutient que l'identification des informations nécessaires pour éclairer les décisions opérationnelles est essentielle pour configurer les techniques de récupération de données aux stades post-construction, et les relier au modèle tel que construit pour usage O & M, reste problématique.

Les organisations n'utilisent pas efficacement ces données pour la planification et la prise de décisions pour deux raisons. Premièrement, les systèmes d'information des organisations de construction sont conçus pour soutenir les opérations de construction au jour le jour. Les données stockées dans ces systèmes sont souvent non validées, non intégrées et sont disponibles dans un format qui rend difficile l'utilisation par les décideurs pour prendre des décisions en temps opportun. Deuxièmement, la structure organisationnelle n'est souvent pas compatible avec les systèmes d'information, ce qui entraîne des coûts opérationnels plus élevés et une productivité moindre (Azhar et al., 2010). L'un des principaux obstacles à l'adoption du BIM pour la gestion des installations (FM) est que les modèles BIM fournis au stade du

transfert ne sont pas facilement utilisables et nécessitent des modifications et des améliorations importantes de la part du personnel de FM. Ces modèles sont principalement préparés pour être utilisés pendant les phases de conception et de construction et ne tiennent pas compte des exigences de la FM (Motamedi et al., 2018).

1.1.4 Les pistes de solution proposées dans la littérature et leurs enjeux

Les chercheurs qui innovent dans le domaine de la construction savent que si leurs efforts doivent être mis en pratique, ils doivent s'appuyer sur les technologies et les processus existants, en plus de tenter d'introduire de nouveaux outils et flux de travail qui exigent du temps pour la formation et des ressources étroitement allouées (Deutsch, 2015). Il est demandé de rendre les processus plus efficaces pour un accès rapide aux données et des contrôles de qualité instantanés (Kachwalla et Hughes, 2019). Les organisations centrées sur les données ont appris que pour avoir le plus grand impact, les données ne peuvent pas être ajoutées aux pratiques courantes d'une organisation, mais plutôt intégrées dans leurs mentalités et processus préexistants Deutsch (2015). Ce processus consiste en l'intégration directe des données saisies sur le terrain à une base de données d'actifs et en la génération automatique de rapports basés sur des politiques et/ou des modèles préprogrammés (Kachwalla et Hughes, 2019). Certains professionnels et leurs organisations ont hésité à ajouter des données à leur répertoire, expliquant qu'ils n'étaient pas préparés à traiter des données en plus de tout le reste, y compris les nouvelles technologies, les processus de travail et les flux de travail (Deutsch, 2015).

Le projet COBie (Construction Operations Building Information Exchange) fait partie de l'effort national de normalisation BIM, et il s'appuie sur les informations extraites des entités BIM tout au long du cycle de vie du projet par le biais de divers mécanismes d'échange d'informations Wu et Issa (2012). Bien que COBie soit relativement nouveau, par rapport aux autres normes AEC / FM, il est largement promu pour le BIM et la FM. Le résultat final de la spécification COBie peut être considéré comme un modèle commun dans lequel la structure d'information et le format de livraison de la spécification COBie sont prévus pour réduire les inefficacités dans le transfert des informations des installations (Yalcinka et Singh, 2016). La plupart des données fournies par les entrepreneurs proviennent directement des fabricants de

produits qui peuvent également participer à COBie. Bien que COBie soit conçue pour fonctionner avec des modèles d'information sur les bâtiments BIM, les données COBie peuvent également être créées et échangées à l'aide de simples feuilles de calcul

Figure 1.1) en tant que plug-in dans le logiciel de modélisation BIM (Figure 1.2) (Rojas et al., 2009) (Suprabhas et Dib, 2017).

	Name	ExtIdentifier	ReplacementCost	ExpectedLife	DurationUnit	WarrantyDescription	NominalLength	NominalWidth	NominalHeight	ModelReference	Shape	Size	Color	Finish	Grade	Material
1																
2	1810 x 2110mm	1CDIQ4E3	n/a	n/a	year	n/a	1810.0	150.0	2110.0	Generic Int DD:1810 x 2110mm	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Generic
3	790 x 2110mm 3	1uSECSY8	n/a	n/a	year	n/a	790.0	150.0	2110.0	Generic Int D Cell Door:790 x 2110mm	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Generic
4	Cell Bed family	0uCr33MT	n/a	n/a	year	n/a	2000.0	700.0	400.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
5	Desk Whitewood	0uCr33MT	n/a	n/a	year	n/a	1360.0	450.0	900.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
6	Cell Locker	0uCr33MT	n/a	n/a	year	n/a	500.0	450.0	1000.0	n/a	n/a	n/a	n/a	Whitewood	n/a	Whitewood
7	Safer Seat	0uCr33MT	n/a	n/a	year	n/a	500.0	500.0	500.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
8	1275x1200h	1ZA_U6n	n/a	n/a	year	n/a	1275.0	340.0	1200.0	Safer Cell 7 Bay FF:1275x1200h	n/a	n/a	n/a	Generic Int	n/a	n/a
9	Basic Wall:Generic Ext - 150mm	n/a	n/a	n/a	year	n/a	1000.0	150.0	2700.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
10	Basic Wall:Generic Ext - 340mm	n/a	n/a	n/a	year	n/a	1000.0	340.0	2700.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11	Basic Wall:Generic Ext - 80mm	n/a	n/a	n/a	year	n/a	1000.0	80.0	2675.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
12	Concrete (Painted)	n/a	n/a	n/a	year	n/a	1000.0	1000.0	1000.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
13	Generic	n/a	n/a	n/a	year	n/a	1000.0	1000.0	1000.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
14	Generic Inserts	n/a	n/a	n/a	year	n/a	1000.0	1000.0	1000.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
15	Material Brickwork	n/a	n/a	n/a	year	n/a	1000.0	1000.0	1000.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
16	TFT Monitor	n/a	n/a	n/a	year	n/a	400.0	75.0	400.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Figure 1.1: Format du fichier COBie

Source : ideatesoftware

Source : ideatesoftware

Rojas *et al.*, (2009) soutiennent que l'utilisation de la modélisation des informations sur les bâtiments (BIM) est la première étape vers la mise à disposition de données techniques intelligentes de l'état de la construction. COBie a été créé pour saisir et enregistrer les données relatives au transfert des données des projets vers les systèmes de GMAO. L'approche COBie consiste à saisir les données telles qu'elles sont créées lors de la conception, de la construction et de la mise en service et un modèle BIM de base requis (Figure 1.3). La disposition visuelle de l'espace permet de clarifier les éléments auxquels la composante spécifique nécessite une attention particulière, et la base de données COBie ou les hyperliens peuvent rationaliser les procédures de réponse en rendant les spécifications des composants faciles à comprendre et accessibles. En effet, COBie peut être utilisé comme mécanisme d'audit des modèles tout au long des phases de conception et de construction d'un projet pour s'assurer que les données sur les actifs sont fournies dans un format opportun et utilisable adapté aux besoins du propriétaire des actifs (Love et al., 2013). Les données saisies dans le processus de bout en bout permettent à l'équipe au bureau d'effectuer un contrôle de qualité, d'analyser et de suivre l'évolution du cycle de vie des actifs en temps réel pour permettre une prise de décision proactive et prédictive

en matière de réparation (Kachwalla et Hughes, 2019). Les données d'attributs ne doivent comprendre que les attributs nécessaires à la bonne maintenance et au bon fonctionnement des installations. Aucune information ou aucun attribut supplémentaires ne doivent être collectés, car cela retarderait et compliquerait considérablement le processus de collecte des données (Rojas *et al.*, 2009). Malgré la facilité des feuilles de calcul et la familiarité des utilisateurs finaux avec la logique et les actions des feuilles de calcul, le stockage et la représentation d'une grande quantité de données d'installation dans un référentiel tabulaire avec un certain nombre de sous-sections dépendantes peuvent avoir des effets et des défis inattendus dans la gestion et l'interprétation des données COBie. Par exemple, les défis liés à la visualisation du contenu global, la duplication des entrées de données, la compréhension des dépendances des données, la surcharge de mémoire due à une grande quantité de données numériques et textuelles, etc (Yalcinka et Singh, 2016).

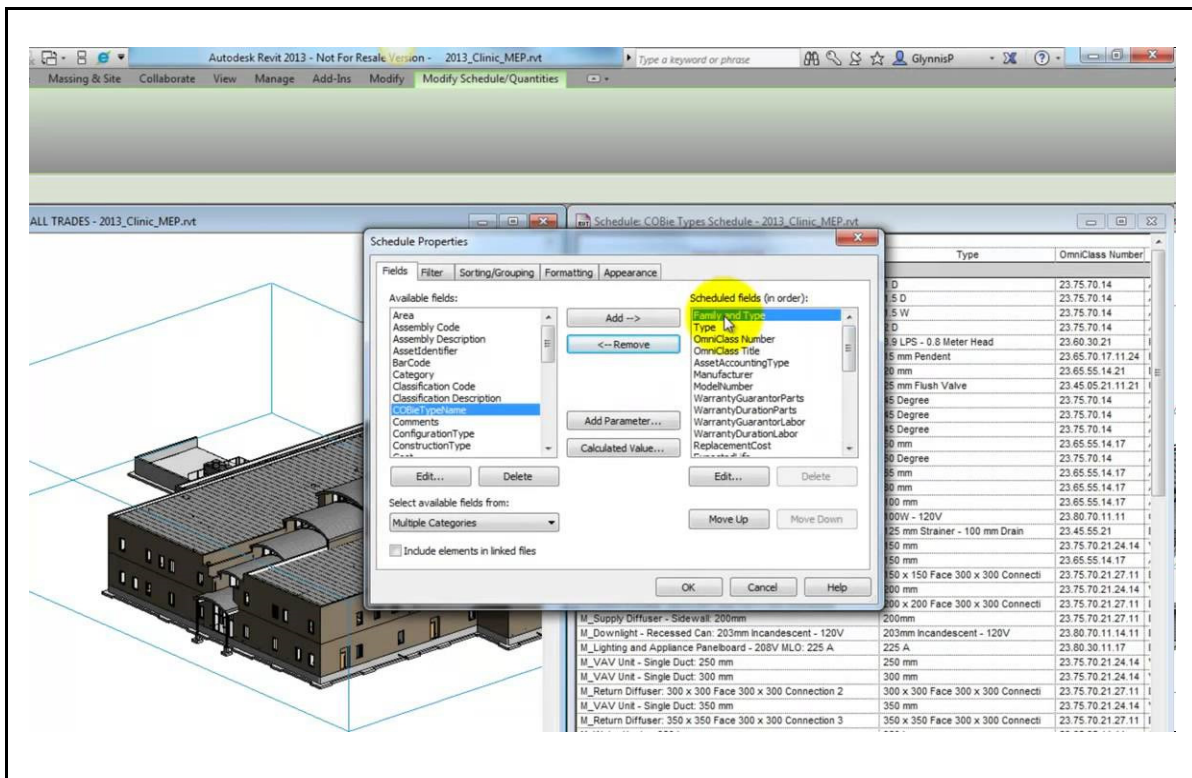


Figure 1.3: La capture de l'information COBie tout au long du projet

Source : ideatesoftware

Il n'y a pas de limite aux types d'informations qui peuvent être incorporées dans un modèle. Cependant, une grande partie des informations généralement incluses dans les modèles est inutile pour les opérations quotidiennes. De même, étant donné le niveau d'effort requis pour alimenter un modèle BIM avec des données opérationnelles et l'identification stratégique des informations opérationnelles est essentielle McArthur (2015). Lucas et Thabet (2018) trouvent que l'analyse des besoins en données nécessite premièrement à déterminer quels types ou groupes d'actifs doivent être collectés. Les critères pris en compte pour le choix des actifs à suivre comprennent les actifs nécessitant une maintenance préventive et devant être gérés (par exemple, les pompes, chauffe-eau), les actifs ayant des coûts d'investissement importants (par exemple, l'unité de traitement de l'air et de refroidissement) et les biens soumis à des exigences réglementaires, notamment en matière de santé et de sécurité (par exemple les générateurs d'urgence et les commutateurs de transfert d'urgence). Deuxièmement, l'analyse des besoins en données doit se concentrer sur la détermination de la manière dont les données des groupes d'actifs devraient être organisées pour transférer et mettre en correspondance correctement avec la hiérarchie des données dans le système informatisé de gestion de la maintenance des groupes d'actifs. Ces derniers sont organisés en leur propre groupe de données appelé Attributs. Enfin, il était nécessaire de procéder à une collecte et à un examen progressif des données afin de permettre une validation précoce et de s'assurer que les données collectées sont complètes et exactes selon ces étapes: achèvement de la conception, approbation de la soumission, installation et mise en service.

McArthur (2015) recommande une approche de modélisation par étapes (Figure 1.4). Ce processus consiste en une première étape d'analyser et de collecter les données suivies de cinq étapes qui sont répétées pour le développement et mise en œuvre de chaque cas d'utilisation. Ce processus permet la flexibilité nécessaire pour adapter le modèle aux besoins changeants des équipes d'exploitation des bâtiments. Une copie du modèle de construction est enregistrée pour conserver toutes les données, est ensuite simplifiée avec des familles ne comportant que les données nécessaires aux opérations.

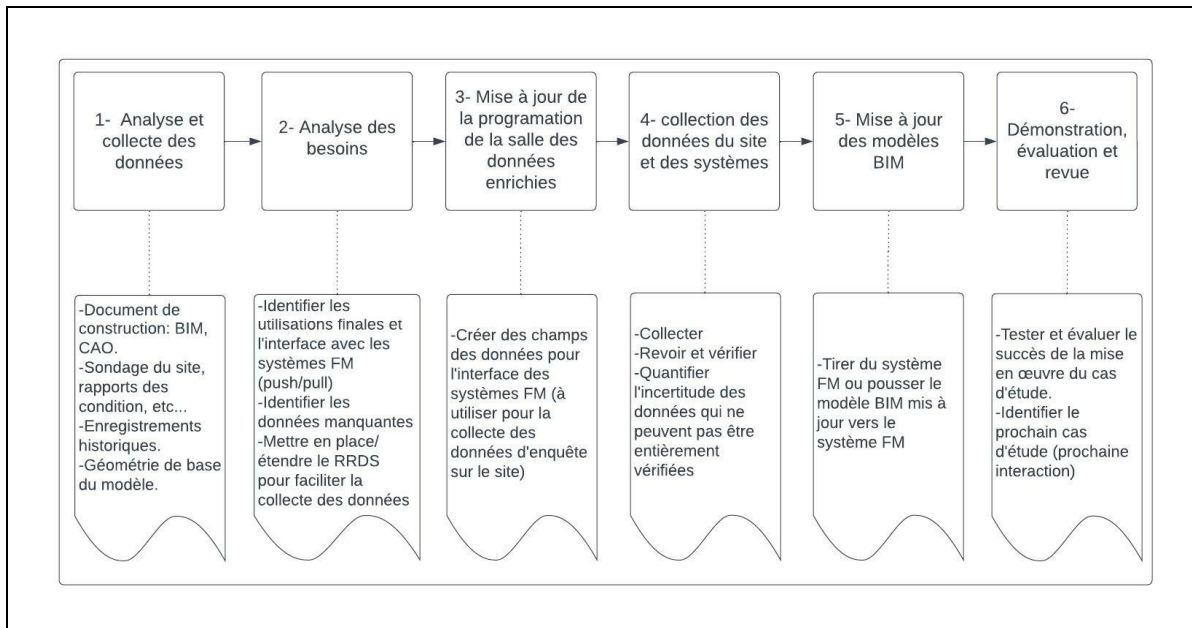


Figure 1.4: Cadre de développement de la BIM 7D

Adaptée de: McArthur (2015)

La première étape est fondamentalement une interface "push", où le modèle BIM sera mis à jour avec les nouvelles données de construction qui seront introduites dans le système de planification spatiale FM. La deuxième est un système entièrement autonome au sein du modèle BIM et le troisième est un système "pull", où le modèle BIM se synchronisera avec la base de données du système de GMAO pour fournir une vue unique sur ces multiples systèmes pour toute l'équipe des opérations. McArthur (2015) confirme que pour les besoins opérationnels quotidiens, il y a un avantage minime à enregistrer l'emplacement précis des éléments dans chaque pièce. De plus, quand on étiquette l'élément par radiofréquence RFID, il peut être rapidement localisé en cas de besoin. L'utilisation d'un programme de données de salle riche en données (*Rich Room Data Schedule*, RRDS) offre donc un avantage opérationnel substantiel avec un investissement minimal.

La modélisation des données du bâtiment (BIM) est une approche axée sur les technologies émergentes qui peuvent être utilisées pour améliorer les performances et la productivité du

processus de conception, de construction, d'exploitation et de maintenance d'un actif (Love *et al.*, 2013). Le BIM a orchestré un changement de paradigme dans la manière dont les informations sont gérées, échangées et transformées pour stimuler une plus grande collaboration entre les parties prenantes via un modèle intégré unique pendant les phases de conception et de construction (Pärn, Edwards et Sing, 2017). Le BIM offrira certains avantages en FM, mais a souligné un facteur important qui met l'accent sur l'expertise impliquée dans la création et la maintenance du modèle BIM. Le modèle doit être constamment enrichi et mis à jour. L'avantage qui peut être finalement tiré du modèle BIM dépendra de la qualité de la maintenance du modèle (Arayici, Onyenobi et Egbu, 2012). L'ingénieur CVC et l'expert BIM ont trouvé de nombreuses utilisations possibles des modèles, telles que la gestion de l'espace et la planification des tâches de maintenance. Un modèle pourrait être un outil de visualisation pour les entreprises de maintenance pour localiser les dysfonctionnements dans les systèmes. Ils ont également vu qu'à l'avenir, les informations modélisées devraient être utilisées et non gaspillées (Korpela *et al.*, 2015).

Selon Pishdad-Bozorgi *et al.* (2018), une mise en œuvre réussie du BIM compatible pour la gestion des installations FM peut être obtenue avec :

- Une définition de ce que constitue le BIM compatible FM ;
- Un processus transparent et pratique de collecte des données BIM compatible pour la gestion des installations FM tout au long des phases de développement du projet ;
- Un plan d'interopérabilité bien exécuté pour l'échange de données entre les outils BIM et les systèmes de gestion des installations, tels qu'un système informatisé de gestion de la maintenance (GMAO).

Dans leur étude de cas, Lucas et Thabet (2018) ont d'abord effectué une analyse des besoins en données des actifs, ce qui a permis de valider les travaux antérieurs et de tester l'extensibilité et la flexibilité des métadonnées requises. En outre, divers outils ont été explorés pour identifier les flux de travail potentiels qui peuvent augmenter la fiabilité de l'exactitude des données et accroître l'efficacité du transfert des données au propriétaire.

L'école des arts cinématographiques de l'Université de Californie du Sud (USC), qui utilise le logiciel Ecodomus FM, est un exemple de l'application efficace du BIM pour FM (Love *et al.*, 2013). Le logiciel Ecodomus offre un « environnement de données commun » pour tous les types d'informations pertinentes. Il donne une vue 3D des installations dans un format facile à utiliser pour les gestionnaires des installations qui relie le modèle d'information sur les actifs avec les données d'exploitation des installations en temps réel acquises par les compteurs et les capteurs (Building Management Systems, BMS) et la gestion des installations. Cela permet une analyse intelligente des performances d'un bâtiment et prend en charge de meilleures pratiques de maintenance, ce qui se traduit par une réduction significative des heures de travail et de la consommation d'énergie Ecodomus (2018) . Il est possible de le faire via des plug-ins Revit personnalisés qui facilitent le transfert de données (Voir Figure 1.5) (Kensek ,2015).

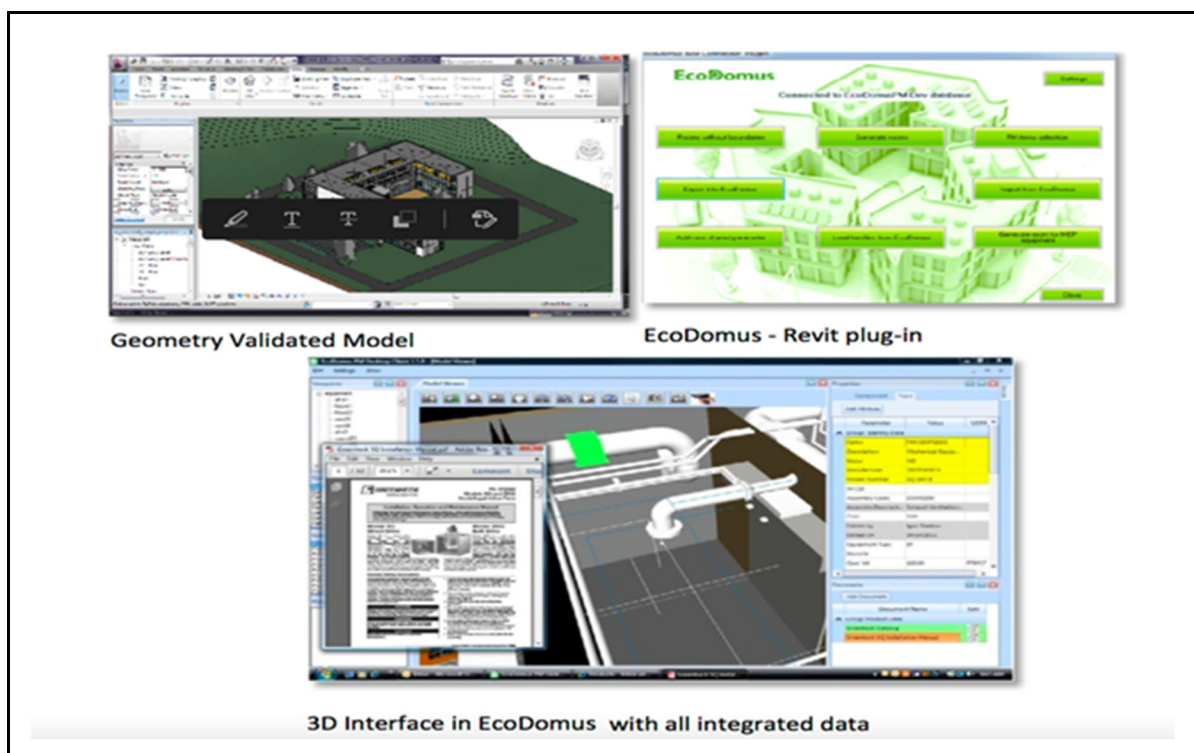


Figure 1.5: Transfert de données Revit vers Ecodomus via l'utilisation d'un plug-in Revit
(Image fournie par l'Université de Californie du Sud (USC))

Sources : Kensek (2015)

1.2 Une gestion du cycle de vie de l'actif axée sur la valorisation de la donnée

Les normes relatives à la transmission des données de construction au propriétaire à la fin d'un projet de construction sont très importantes pour la gestion efficace et effective de l'installation pendant l'occupation du bâtiment (Lucas et Thabet, 2018). Le secteur de l'architecture, de l'ingénierie, de la construction et des opérations (AECO) a aujourd'hui fixé des normes beaucoup plus strictes pour garantir la performance opérationnelle des bâtiments en matière de durabilité, de sécurité et de productivité lors de la remise d'un projet (Wu et Issa, 2012).

La création et l'adoption de spécifications et de protocoles BIM peut conduire à une méthode cohérente et efficace d'échange de données avec de grands avantages pour les projets de construction. Plusieurs normes nationales et de meilleures pratiques ont été élaborées par des pays du monde entier (Kiczak, 2020).

1.2.1 ISO 55000 et ISO 19650

De nos jours, il existe des normes dans de nombreuses industries afin d'améliorer la qualité de divers articles, tels que les aliments, l'électricité, les matériaux de construction et les composants. Par conséquent, le développement de normes dans le BIM peut contribuer aux projets de construction en ce qui concerne les processus coopératifs et les produits livrables Kiczak (2020), citant principalement les normes ISO 55000 et ISO19650.

ISO 55000

Alors que le développement du BIM et son application à ce jour se sont largement concentrés sur les phases de conception et de construction des actifs, le BIM pourrait avoir une application importante sur l'ensemble du cycle de vie des actifs. La gestion des actifs et les activités et normes de connaissance du BIM ont vu le jour dans le secteur de la construction au Royaume-Uni comme des initiatives plus ou moins parallèles et ont été cristallisées dans des normes telles que BS PAS 55 1 (et la norme ISO 55000) et PAS1192-2 2 respectivement (Hayes, 2014).

ISO 55000 est la première norme internationale de gestion des actifs qui fournit une terminologie, des exigences et des conseils pour mettre en œuvre, maintenir et améliorer un système efficace de gestion des actifs (MA et al., 2014). Les lignes directrices de la série ISO 55000 fixent une exigence minimale pour les actifs et les propriétaires d'actifs, et offrent donc un potentiel important pour l'optimisation des processus de gestion des actifs (Salicath et coll., 2016). Les nouvelles normes internationales ISO 55000 reposent sur une base solide, le BSI PAS 55-2008. Ces normes s'appliquent à toute organisation, pour autant que les actifs constituent un facteur clé important dans la réalisation des objectifs de l'entreprise. La famille de normes ISO 55000 comprend trois documents.

ISO55000 : Gestion des actifs - Aperçu, principes et terminologie ;

ISO55001 : Gestion des actifs - Systèmes de gestion - Exigences ;

ISO55002 : Gestion des actifs - Systèmes de gestion - Lignes directrices pour l'application de la norme ISO 55001.

L'ISO 55000 fournit une vue d'ensemble critique, des concepts et une terminologie ; l'ISO 55001 spécifie les exigences pour un système efficace de gestion des actifs ; la norme ISO 55002 offre une interprétation et des lignes directrices pour la mise en œuvre d'un tel système (MA et al., 2014).

ISO 19650

Le BIM peut être utilisé pour créer un modèle d'information sur les actifs (AIM), exporter des données vers un système de gestion des installations assistées par ordinateur (CAFM) / système de gestion de la maintenance informatisée (GMAO), rationaliser le processus de transfert et pour améliorer la gestion du cycle de vie. Ces données prennent en charge diverses simulations pendant les opérations et peuvent être utilisées pour améliorer la gestion de l'espace (Motamedi et al., 2018). Il est à noter qu'à mesure où le projet avance, les informations de mise en service sont transmises d'une phase à l'autre, tout comme le(s) modèle(s) BIM qui sont constamment mis à jour, et il continue à évoluer (Wu et Issa, 2012). Pour maximiser l'utilisation du BIM pour la gestion des installations, seules les informations importantes pour FM doivent être extraites et les données inutiles doivent être supprimées. Un fichier COBie peut être créé à partir du modèle BIM pour la gestion des installation (BIM-FM – (de l'anglais – Facility

Management). Cela implique que le Modèle BIM-FM doit inclure toutes les informations requises par COBie (Motamedi, Iordanova et Forgues, 2018).

L'objectif d'un projet est de créer un actif de valeur. Pour créer cette valeur, il est impératif de comprendre ce qui est valorisé et les informations nécessaires pour soutenir la création de valeur. Il s'agit d'un principe clé de la série ISO 55000 et de la série ISO 19650. Tout au long du cycle de vie des actifs, les informations sur les actifs et les informations sur les projets sont inextricablement liées. La norme ISO 55000 définit les facteurs clés à prendre en compte pour permettre la réussite de l'organisation (Brook *et al.*, 2018). Les normes ISO 19650 font partie d'un paysage, ou écosystème, de normes nationales et internationales soutenant les processus de gestion de l'information et les solutions techniques (Boutle *et al.*, 2020).

Afin de former une base commune de normes internationales pour la mise en œuvre du BIM, la nouvelle norme ISO 19650 a été publiée en 2018 les parties 1 et 2. En juin 2020, la partie 3 a été publiée et la partie 5 en juillet. En 2019, la British Standards Institution (BSI) a annoncé que ses normes spécifiques au Royaume-Uni étaient progressivement abandonnées au profit des normes internationales.

- Partie 1 - EN ISO 19650-1 : 2018 organisation et numérisation des informations sur les bâtiments et les ouvrages de génie civil, y compris la modélisation des informations du bâtiment (BIM) - gestion des informations à l'aide de la modélisation des informations du bâtiment. Concepts et principes ISO (2018).
- Partie 2 - EN ISO 19650-2 : 2018 organisation et numérisation des informations sur les bâtiments et les ouvrages de génie civil, y compris la modélisation des informations du bâtiment (BIM). Gestion de l'information à l'aide de la modélisation des informations du bâtiment. Phase de livraison des actifs ISO (2018).
- Partie 3 - EN ISO 19650-3 : 2020 organisation et numérisation des informations sur les bâtiments et les ouvrages de génie civil, y compris la modélisation des informations du bâtiment (BIM). Gestion de l'information à l'aide de la modélisation des informations du bâtiment. Phase opérationnelle des actifs ISO (2020).

- Partie 4 - Échange d'informations

- Partie 5 - EN ISO 19650-5 : 2020 organisation et numérisation des informations sur les bâtiments et les ouvrages de génie civil, y compris la modélisation des informations du bâtiment (BIM). Gestion de l'information à l'aide de la modélisation des informations sur le bâtiment. Approche de la gestion de l'information axée sur la sécurité ISO (2020).

L'ISO a basé les nouvelles normes à partir de 2018 sur deux normes britanniques existantes : BS 1192 et PAS 1192-2. Les normes BS (British Standard) et PAS (*Publicly Available Specification*) ne sont ni législatives ni obligatoires (sauf lorsque des instruments réglementaires ou des tiers imposent l'obligation, par exemple par des contrats correctement formulés) (Kiczak, 2020).

1.2.2 Les technologies BIM associées

Les modèles d'information sur les bâtiments (BIM) transforment la façon dont les bâtiments sont conçus et construits. Le BIM n'est pas simplement un outil de CAO 3D, mais s'apparente plutôt à une base de données qui permet d'obtenir un large éventail d'informations sur les attributs et les relations entre les différents éléments de construction (McArthur, 2015). Les outils de conception informatique se développent en parallèle avec le BIM, ce qui change la donne et modifie la perspective des propriétaires quant à la valeur des études basées sur des modèles (Deutsch, 2015).

Dans l'étude de cas de Lucas et Thabet (2018), un fichier de paramètres partagés a été créé pour définir les propriétés et les attributs requis pour tous les groupes d'actifs. Un plug-in *Shared Parameter Manager* (CTC BIM Manager Suite) a été utilisé pour créer et gérer le fichier de paramètres partagés et charger les paramètres dans le modèle Revit. La recherche a également utilisé le plug-in *Spreadsheet Link* (CTC BIM Project Suite) pour entrer et charger les valeurs des données pour les propriétés et les attributs de tous les groupes d'actifs identifiés. Des fichiers d'exportation IFC sont utilisés pour alimenter Navisworks. L'intégration de données dans Navisworks offre un potentiel de liaison structurée et des données non structurées à l'environnement modélisé par la représentation graphique du bâtiment. Les fonctionnalités

de Data Tools dans Navisworks permettent de relier des bases de données, des classeurs Excel ou d'autres fichiers CSV à Navisworks et aux éléments modélisés. Cela permet la saisie et la maintenance des données dans un modèle d'installation tel que construit dans Navisworks. Depuis Revit, un fichier IFC a été exporté avec les données de planification. Dynamo est un langage de programmation visuel qui fonctionne dans le cadre de l'environnement Revit. Pour cette étude de cas, Dynamo a été utilisé de deux manières : 1) pour la lecture/écriture de valeurs dans des paramètres qui étaient auparavant assignés au modèle dans Revit et 2) l'extraction des données de Revit dans un format requis qui permet pour une incorporation plus facile dans le modèle d'information sur les actifs AIM. L'extension Archibus est un plug-in qui s'installe dans Revit et associe les éléments Revit et leurs paramètres aux actifs et aux champs de propriété d'Archibus qui est un système de gestion des actifs assistés par ordinateur GMAO qui permet d'optimiser l'utilisation de tous les actifs tout au long de leur cycle de vie opérationnel (Archibus, 2021). Le plug-in se connecte et synchronise de manière bidirectionnelle tout paramètre partagé de Revit avec Archibus. Grâce à la connexion bidirectionnelle, il met automatiquement à jour Archibus lorsque les paramètres du modèle changent. Même si l'utilisation de l'extension Archibus est très prometteuse en raison son flux d'informations bidirectionnel intégré que les deux autres méthodes ne l'ont pas, elle obligerait le propriétaire à adopter un nouveau système de GMAO qui ajoute des coûts et des heures supplémentaires pour l'apprentissage et le déploiement du nouveau logiciel. Afin de disposer d'un modèle conforme à la construction dans le cadre de Revit, les modèles devraient être fusionnés.

Selon Preidel et al., (2016), l'environnement des données commun (en anglais : *Common Data Environment* CDE) est défini comme un espace de projet numérique commun, qui fournit des zones d'accès bien définies pour les parties prenantes du projet, associées à des définitions de statut claires et à une description de flux de travail robuste pour les processus de partage et d'approbation. Le CDE représente essentiellement un espace central pour la collecte, la gestion, l'évaluation et le partage d'informations. Tous les participants au projet récupèrent les données du CDE et stockent à leur tour leurs données ici. Le CDE stocke le modèle de coordination, tous les modèles partiels spécifiques au domaine, les bases de données et les documents nécessaires à l'exécution du projet. Par conséquent, il décrit le processus BIM complet. La

centralisation du stockage des données au sein du CDE réduit le risque de redondance des données et garantit la disponibilité de données à jour à tout moment.

1.3 Discussion

Les méthodes traditionnelles de la gestion de l'information dans les projets rencontrent plusieurs problématiques. Premièrement, on a discuté de la séparation entre la conception et la construction. Cette dernière fait en sorte que les données transmises de la phase de conception à la phase de construction ne sont pas satisfaisantes. Soit, il y a trop d'informations pour maintenir une vue d'ensemble. Soit, il n'y a pas assez d'informations pour obtenir une excellente performance. En plus, les données extraites des dessins ne sont pas fiables et dignes de confiance, car pour les utiliser, il est nécessaire de les extraire et les introduire manuellement dans le système, ce qui induit une série d'erreurs dans les flux d'information du projet.

Deuxièmement, on a discuté de la non-participation des gestionnaires des actifs dans la conception, ce qui a pour résultat que les modèles livrés à la phase de mise en service ne peuvent pas être facilement utilisés en phase d'exploitation. Cette problématique est probablement due au fait que les concepteurs ne savent pas toujours quelles données sont pertinentes pour les gestionnaires des installations, car ces derniers ne sont pas invités par les gestionnaires du projet lors de la préparation des programmes fonctionnels et techniques (PFT) pour faire part de leurs besoins pour la gestion des installations. Par conséquent, les informations nécessaires dans la phase de maintenance ne sont pas aussi détaillées que celles dans la phase de conception et de construction.

Troisièmement, on a abordé la séparation entre le projet et la gestion de l'actif qui explique le manque de données numériques intelligentes pour soutenir efficacement les améliorations et/ou la maintenance des installations existantes. En plus, les données transmises depuis les phases de conception et de construction doivent être filtrées afin que les gestionnaires d'actifs obtiennent les données dont ils ont réellement besoin pour leur travail quotidien, car les

exigences relatives aux tâches de gestion des installations FM ne sont pas bien comprises au début du processus de livraison du projet.

À travers les lectures, on a constaté que plusieurs études ont abordé ces sujets et ont proposé quelques pistes de solutions, telles que l'intégration directe des données saisies sur le terrain à une base de données d'actifs et en la génération automatique de rapports basés sur des politiques et/ou des modèles préprogrammés. Tels que l'exploitation des logiciels de modélisation liés directement à des plateformes de gestion des actifs (EX. : Archibus) et à des environnements des données communs CDE (EX. : EcoDomus) sous forme de plug-in au logiciel de modélisation. Cependant, les solutions proposées restent limitées et ne résolvent pas totalement les problématiques rencontrées. Malheureusement, les recherches empiriques dans un environnement d'affaires réel demeurent rares.

Dans le cadre de cette recherche on vise une gestion de cycle de vie de l'actif axée sur une approche systématique de la valorisation des actifs qui mène à la valorisation de la donnée basée sur les normes internationales de gestion des données, telles qu'ISO 55000 et ISO 19650 ainsi que les technologies BIM associées. Les normes ISO 19650 font la passerelle entre la modélisation de l'information des actifs AIM et le BIM. Ce qui aide les professionnels et les gestionnaires à gérer les données de l'actif et insérer les données nécessaires pour la gestion des actifs dans les différentes étapes du projet.

Le chapitre suivant discute de la méthodologie de recherche choisie pour répondre à la problématique de la recherche.

CHAPITRE 2

Méthodologie de recherche

Ce chapitre explique le choix de la méthodologie de recherche. En premier lieu, on explique la stratégie de recherche. En deuxième lieu, on présente l'étude de cas. En troisième lieu, on présente la recherche-action. Finalement, on présente les étapes de la recherche.

2.1 Stratégie de recherche

Pour atteindre l'objectif principal de cette recherche, qui est de proposer un cadre de production et de réception des livrables numériques pour un projet de construction à l'aide de l'approche BIM, une recherche-action (RA) a été retenue. La RA est basée sur un cas d'étude réel tel qu'une université. Ce cas d'étude est composé de deux pavillons universitaires réalisés utilisant le BIM. Le premier pavillon est à la phase de livraison et le deuxième, à la phase de démarrage. Ce cas d'étude permet de faire l'investigation des pratiques suivies dans la mise en place du BIM, la proposition d'un cadre d'amélioration des processus BIM et l'expérimentation du cadre proposé.

En effet, l'intérêt de ce cas était la possibilité de bien saisir à travers deux projets BIM, les enjeux rencontrés dans la gestion de la production, de la réception et de l'exploitation des données des modèles BIM pour le premier projet et d'en tirer des leçons permettant de mettre en place un cadre de gestion des éléments numériques des futurs bâtiments de l'université.

Le choix de la méthodologie de recherche est basé sur l'expression du besoin de trouver, à partir de la théorie et de l'état de l'art, des solutions à des problèmes réels au niveau de la gestion des actifs. La méthodologie de recherche est basée sur les processus existants, des

rencontres avec les personnes clés et des groupes de discussion (*Focus groups*) pour la validation.

2.2 Présentation de l'étude de cas

Le cas d'étude de cette recherche est composé de deux pavillons universitaires. Ces deux bâtiments sont réalisés en suivant l'approche BIM. Le premier pavillon est à l'étape de livraison. Le bureau de projet a transféré tous les documents et les modèles relatifs au projet au département de gestion des actifs immobiliers. Le deuxième pavillon est à l'étape de démarrage. Le bureau de projet prépare la mise en route du projet.

Dans la section prochaine, on présente la méthodologie de la recherche retenue, c'est-à-dire la recherche-action.

2.3 Présentation de la recherche-action

La recherche-action (RA) vise à construire et/ou à tester la théorie dans le contexte de la résolution d'un problème pratique immédiat dans un cadre réel. Elle combine théorie et pratique, chercheurs et praticiens, intervention et réflexion (Azhar et al., 2010). Elle se déroule en 5 étapes : 1) Diagnostic, 2) Plans d'action, 3) Prises d'action, 4) Évaluations et 5) Spécifications de l'apprentissage. La Figure 2.1 présente le cycle de la recherche-action.

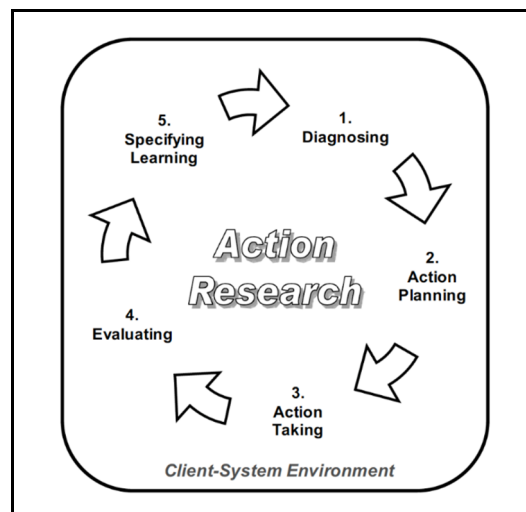


Figure 2.1: Cycle de la recherche-action

Source : Azhar, Ahmad et Sein (2010)

La recherche-action répond parfaitement au besoin de l'industrie AEC, car elle combine les objectifs de la recherche appliquée et de la recherche fondamentale en contribuant à la résolution de problèmes pratiques et à la création de nouvelles connaissances théoriques en même temps.

2.4 Les étapes de la recherche

Cette recherche-action se déroule sur plusieurs étapes telles que mentionnées dans la section précédente. Pour ce projet, l'étape diagnostic qui consiste en l'analyse du contexte d'affaires se base sur l'analyse des modèles et des processus BIM du pavillon A de l'université. Alors que les étapes, le plan d'action et la validation sont appliquées sur le pavillon B.

La Figure 2.2 présente les étapes suivies pour l'élaboration de cette recherche.

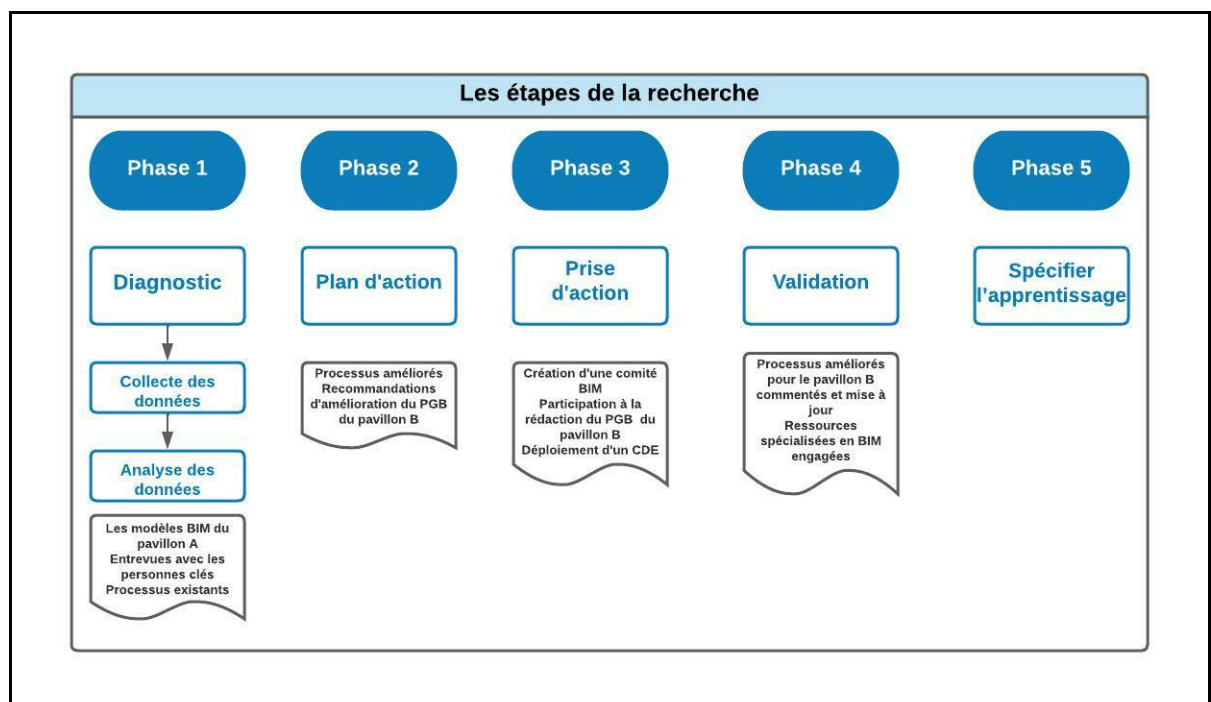


Figure 2.2: Les étapes de la recherche

2.4.1 Phase 1 : Diagnostic

La collecte de données

La collecte de données a été effectuée par le biais de diverses méthodes. Tout d'abord, les documents et les modèles des projets de construction ont été analysés (voir Tableau 2.1). Ensuite, une série d'entretiens a été menée avec les principales parties prenantes du côté du client et des fournisseurs (voir Tableau 2.2), ainsi qu'une consultation en groupe avec des représentants des départements de la construction et de la gestion des actifs immobiliers (voir Tableau 2.3).

Tableau 2.1: Liste des documents consultés

Modèles	Modèle BIM du Pavillon A – Architecture
	Modèle BIM du Pavillon A – Structure
	Modèle BIM du Pavillon A –MEP
	Modèle BIM du Pavillon A –Électricité
	Modèle BIM du Pavillon A –Protection incendie
Contrats	Contrat de l'université avec le gérant de projet pour le Pavillon A
PGB	Entreprise d'Architecture : Plan de gestion BIM du projet du Pavillon A
	Entreprise de Gérance : Plan de gestion BIM du projet du Pavillon A
	Plan de gestion BIM du Pavillon B
Cartographies	Cartographie Équipe actuelle (VFinale)
	Cartographie Processus demande de projet (V13)
	Projet GMAO - Spécifications AO

Tableau 2.2: Liste des entrevues

Code	Fonction
CP	Chargée de projet
GP	Entreprise de Gérance : Gérant de projet sénior
CE	Entreprise de Gérance : Chef d'équipe, département innovation
RBC	Université : Responsable bureau de construction
CPBC	Université : Chargée de projet de bureau de construction
CST	Université : Contremaitre des services techniques DGAI
RCR	Université : Responsable construction et réaménagement
IM	Université : ingénieur de maintenance
TA	Université : Technicien en administration
ADGAI	Université : Architecte DGAI

Tableau 2.3: Participation aux rencontres

Réunion	But	Durée
Formation	Analyse de la qualité des modèles BIM du pavillon A	1 heure (7 séances)
Atelier	Rédaction du rapport de contrôle qualité des modèles BIM du Pavillon A	1 heure
Atelier	Identification des actifs critiques	1 heure
Rencontre	Réunion de coordination pour le rapport	1 heure (chaque 2 semaines)
Atelier	Identification d'une convention de nomenclature pour DGAI	1 heure
Rencontre	Vérification du Processus BIM pour la réception, l'entreposage, la réutilisation et la mise à jour des modèles BIM	1 heure
Atelier	Atelier sur la proposition de cadre pour le BIM dans la gestion des actifs de l'université.	1 heure et demie

Étant donné les conditions sanitaires particulières dues à la pandémie COVID19, cette étude s'est déroulée principalement de façon virtuelle sous forme de rencontre Zoom ou TEAMS.

Analyse des données

Les données ont été analysées selon leurs types. Premièrement, l'analyse de la qualité des modèles BIM du pavillon A a eu lieu pour vérifier l'état des données contenues dans les modèles et à quel point ils sont capables de contribuer à la gestion des actifs à la phase de l'opération et la maintenance. Deuxièmement, une série d'entrevues avec les personnes clés du côté du client et des fournisseurs a été dirigée et retranscrit afin de cartographier les processus suivis au cours de l'expérience d'intégration du BIM pour l'étude Tels que :

- Le processus de production et de transfert des données du pavillon A
- Le processus de réception et gestion des documents
- Le processus de mise à jour des plans (DGAI)

Troisièmement, le département de la gestion des actifs immobiliers DGAI a validé cette analyse.

À la fin de cette phase un rapport d'analyse (voir ANNEXE I) est présenté à la direction de la construction et le service de gestion des actifs immobilière afin de montrer l'état actuel des modèles BIM, du plan de gestion BIM, le processus de production et de transfert des données du pavillon A, le processus de réception et gestion des documents et le processus de mise à jour des plans par le DGAI.

2.4.2 Phase 2 : Plan d'action

Cette phase s'est déroulée en deux parties. Dans la première partie, il s'agit de l'analyse des modèles et des processus BIM suivis pour la réalisation du pavillon A. La deuxième partie propose d'inspecter les pistes d'amélioration des modèles et processus BIM pour les mettre en place lors de la réalisation des pavillons B et C.

Le but de cette phase est de présenter à la direction de construction et au service de gestion des actifs immobiliers les enjeux et les avantages de l'adoption du BIM dans la gestion des actifs ainsi que le processus de capture et de gestion des données numériques.

Premièrement, des recommandations pour l'amélioration du plan de gestion BIM (PGB) ont été présentées. Deuxièmement, des processus BIM ont été cartographiés et proposés tels que le processus de planification et suivi de la production des modèles, le processus de réception et de transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers, le processus d'extraction des données vers les systèmes GMAO et le processus de réaménagement ou les travaux majeurs. Troisièmement, des requis d'information pour la gestion de la maintenance des espaces ont été définis.

2.4.3 Phase 3 : Prise d'action

À la suite de cette recherche, les données ont été présentées au service de gestion des actifs immobiliers et à la direction de l'université. Cette dernière a décidé de former un comité BIM pour préparer le déploiement de l'approche BIM à la gestion des bâtiments de l'université. Pour le même objectif, j'étais engagée comme stagiaire au sein du bureau des projets pour accompagner l'équipe lors du déploiement du BIM dans les processus des projets.

En plus, l'analyse de l'expérience du projet du pavillon A a permis de tirer des leçons qui ont été appliquées au projet du pavillon B, telles que la participation dans la rédaction et la vérification du Plan de gestion BIM (PGB) ainsi que la rédaction du plan d'exécution BIM (PEB) et la mise en place d'un environnement des données commun (CDE, comme BIM360 pour le partage et la gestion des différents documents du projet.

2.4.4 Phase 4 : Validation

Lors de cette phase, la haute direction de l'université a manifesté son engagement en matière de BIM en faisant un retour sur les solutions BIM proposées à travers cette étude. Plusieurs

décisions ont été prises pour donner suite à ce retour. Premièrement, elle a commenté les processus reçus qui ont été mis à jour selon les remarques indiquées. Deuxièmement, des ressources spécialisées en BIM ont été engagées. Troisièmement, un comité BIM composé des représentants du département de la gestion des actifs immobiliers, d'un groupe de recherche de l'université et de la direction des projets a été créé. Ce comité a pour mandat de mettre en place une stratégie d'implantation de l'approche BIM dans la gestion des bâtiments du campus tout au long de leurs cycles de vie.

2.4.5 Phase 5 : Spécifier l'apprentissage

La phase de spécification de l'apprentissage présente la dernière étape de la recherche-action durant laquelle un retour sur les différentes connaissances acquises tout au long du projet d'étude est illustrée dans le Tableau 2.4 ainsi que les actions prises pour répondre aux objectifs de la recherche. Ce mémoire sera considéré comme une base de données pour la direction et le service de gestion des actifs immobiliers de l'université et une référence pour les futures études.

Chaque action citée lors des différentes phases contribuera à répondre aux sous-objectifs fixés, comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 2.4: Objectifs de la recherche

Objectifs	Actions
Identifier les enjeux dans la planification et le suivi de la production ainsi que la capture des requis d'information pour la GMAO (Gestion de la maintenance assistée par ordinateur) dans les modèles BIM et leur transfert dans les systèmes de gestion des actifs.	Analyse des documents et modèles liés au projet exécuté en BIM
	Cartographie des processus existants
	Vérification du contrôle de la qualité des documents du projet
Proposer et valider des pistes de solutions.	Proposition des améliorations du PGB du projet

	Cartographie des processus améliorés
	Définition des requis d'information
Développer le cadre de solution.	Valider les propositions avec les membres du <i>focus group</i>

CHAPITRE 3

Phase 1 : Analyse du contexte d'affaires dans la production et la gestion des modèles BIM pour le pavillon A

La gestion des actifs immobiliers est divisée dans cette organisation en plusieurs services. Dans ce chapitre on discute de l'analyse du processus actuel de la gestion et la maintenance des actifs immobiliers au sein de l'université. Une première étude avait été conduite par un étudiant du groupe de recherche de l'université (Abdelhak Bedaouche, 2018), mais cette dernière n'avait pas abouti à des actions subséquentes.

3.1 Présentation de la structure organisationnelle de l'université en gestion des actifs

La Figure 3.1 présente un organigramme simplifié qui décrit l'environnement de la gestion des actifs dans cette université. Comme dans plusieurs organisations, le volet projets est séparé du volet de gestion immobilière. Dans le cas présent, il n'y a pas de services en tant que tel pour les projets. Pour tout nouveau projet, un bureau de projet est créé, c'est-à-dire une petite équipe gérée par un directeur de la construction.

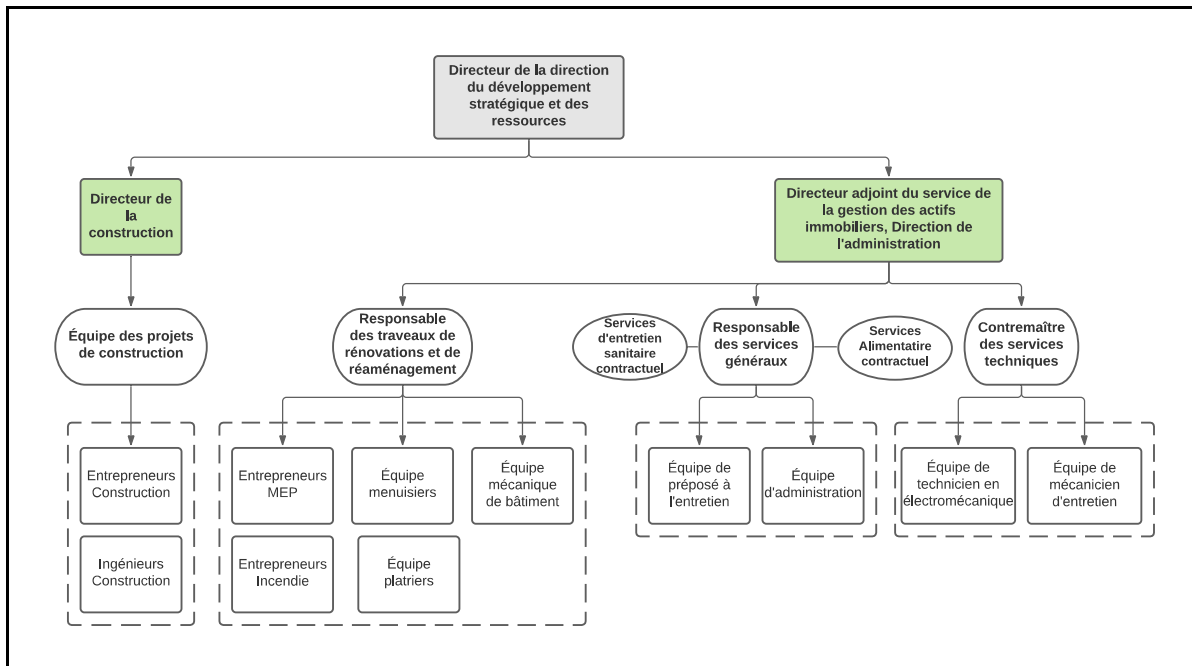


Figure 3.1: Organigramme simplifié de la direction du service de la gestion immobilière

Le service de la gestion des actifs immobiliers est responsable de la maintenance et l'entretien de l'ensemble des équipements des bâtiments de l'université, ainsi que des rénovations, des améliorations et des agrandissements touchant les bâtiments existants. La direction s'occupe aussi de la gestion des documents et du stockage des archives, de la gestion de l'occupation de l'espace et de son aménagement.

La direction de la construction gère les projets immobiliers de l'université identifiés par le bureau de développement du campus. L'interaction entre le département de la gestion des actifs immobiliers et le bureau de la construction semble se limiter principalement à la réception de l'actif, étant donné la nature temporaire des bureaux de projet qui pose un enjeu au niveau de la gestion de la réception des modèles.

À la fin d'un projet, le bureau de construction transfère les documents relatifs au projet au département de la gestion des actifs immobiliers, mais aucune procédure formelle n'a été mise en place.

3.2 Analyse des modèles BIM (Pavillon A)

L'enjeu principal pour la réutilisation des modèles pour les travaux ultérieurs ou l'extraction des données est la qualité de l'information contenue dans ceux-ci. Donc une première étape a consisté en la vérification des modèles fournis dans le premier projet, tels que le pavillon A. Cette vérification s'est basée sur une approche d'assurance qualité AQ/ contrôle qualité CQ à partir de la liste de contrôle qualité CQ des actifs proposée par Motamedi et al, (2018) et développée par Leygonie (2020), sous la direction du professeur Motamedi. L'objectif principal de cette analyse est de mesurer, après la vérification et le contrôle des modèles 3D (architecture, structure, MEP, électricité et protection incendie), le niveau de qualité des modèles produits pour le pavillon A, et d'identifier les besoins d'amélioration et d'enrichissement sémantique pour les rendre exploitables à l'étape de la gestion de l'installation par le département de la gestion des actifs immobiliers et non pas juste des modèles principalement utilisés pour la coordination 3D en phase de conception et de construction. L'analyse des modèles a fait ressortir l'importance de définir les exigences en matière de données et un standard de qualité au début du projet pour les futurs bâtiments de l'université et d'identifier les requis d'information à spécifier dans les contrats et à quel moment elles doivent être fournies, vérifiées et contrôlées.

3.2.1 Outils utilisés pour le contrôle qualité du modèle

Le contrôle qualité des modèles BIM relatif aux différentes disciplines a été fait principalement à l'aide du logiciel Revit. Cette vérification s'est déroulée de deux façons. La façon manuelle faite seulement avec le logiciel Revit, et la façon automatique exécutée à l'aide de l'outil Revit Model Checker, ajoutée comme plug-in au logiciel Revit.

Revit :

Revit est un logiciel BIM pluridisciplinaire pour des conceptions coordonnées de meilleure qualité. Revit est utilisé dans le processus BIM pour améliorer l'efficacité et la précision des

modèles tout au long du cycle de vie du projet, depuis la phase conceptuelle à la visualisation et à l'analyse, jusqu'à la fabrication et à la construction.

Revit model checker :

L'outil Autodesk Model Checker pour Revit vérifie automatiquement les modèles Revit en fonction d'un ensemble d'exigences BIM et génère un rapport de conformité. Cet outil permet de vérifier les normes des modèles BIM.

3.2.2 Liste de contrôle qualité des données d'actifs

Pour être en mesure de définir les données nécessaires pour que le modèle 3D soit utile pour la gestion et la maintenance des actifs immobiliers, on a utilisé une liste de vérifications Motamedi et al., 2018) (ANNEXE II) pour cibler les points à vérifier dans les modèles et savoir ce qu'on doit améliorer. La liste de vérifications est divisée en plusieurs sections telles que :

- Exhaustivité

L'exhaustivité correspond à l'expression « faire le tour de la question ». Dans notre rapport, on veut s'assurer que tous les éléments requis dans les modèles 3D sont présents.

- Justesse

La justesse est une qualité qui rend une chose parfaitement adaptée. Dans notre rapport, on veut que les chiffres soient justes et précis (dimensions, surfaces, etc.).

- Uniformité

L'uniformité est l'absence de changement, de variété. Dans notre rapport, on parle de l'uniformité des unités de mesure pour la même fonction, l'uniformité de la nomination des éléments de même type

(Ex.: on ne peut pas avoir la surface en m2 pour un élément et en pi2 pour un autre dans le même modèle).

- Conformité

La conformité est l'état de ce qui présente un accord complet, une adaptation totale. Dans notre rapport, on veut que les éléments du modèle présentent un accord à un standard.

- Clarté

La clarté est la qualité de ce qui n'est pas obscur et qui est facile à comprendre. Dans notre rapport, on veut que les modèles soient présentés d'une façon facile à comprendre.

- Pertinence

La pertinence est la qualité de ce qui est adapté exactement à l'objet dont il s'agit. Dans notre rapport, on veut éviter les données superflues et avoir seulement les éléments utiles dans le modèle.

À la suite de cette analyse, un rapport a été produit et présenté à la direction de l'université (voir ANNEXE I).

Cette analyse a permis de ressortir les nombreux problèmes de qualité des modèles, notamment au niveau de l'information non géométrique qui pourrait être réutilisée pour la GMAO. Ces problèmes ne peuvent pas être liés seulement à la modélisation. Ils sont liés aussi au processus d'encadrement de la production et de la gestion des modèles qui sera abordé dans la prochaine section.

3.3 Cartographie du processus existant

Le pavillon A est le premier projet de l'université réalisé en suivant l'approche BIM mise en œuvre principalement par l'entreprise de gérance. Il s'agit d'un nouveau pavillon sur le campus d'une superficie d'environ de 2950 m² dans lequel se retrouvent des espaces pour l'enseignement, pour la création et la fabrication ainsi qu'un centre de calculs.

Le processus de production et de gestion des modèles se décompose en trois étapes:

- Le processus de production des modèles ;
- Le processus de réception des modèles et d'extraction des données ;
- Le processus d'archivage et de mise à jour des modèles lors des travaux de réparation majeure ou de réaménagement.

3.3.1 Processus de production et de transfert des données du pavillon A

À la suite de l'analyse des documents relatifs au projet du pavillon A et des réponses des personnes clés, le processus, suivi dans la production et la livraison des modèles par les concepteurs et les entrepreneurs, a été cartographié (voir Figure 3.2).

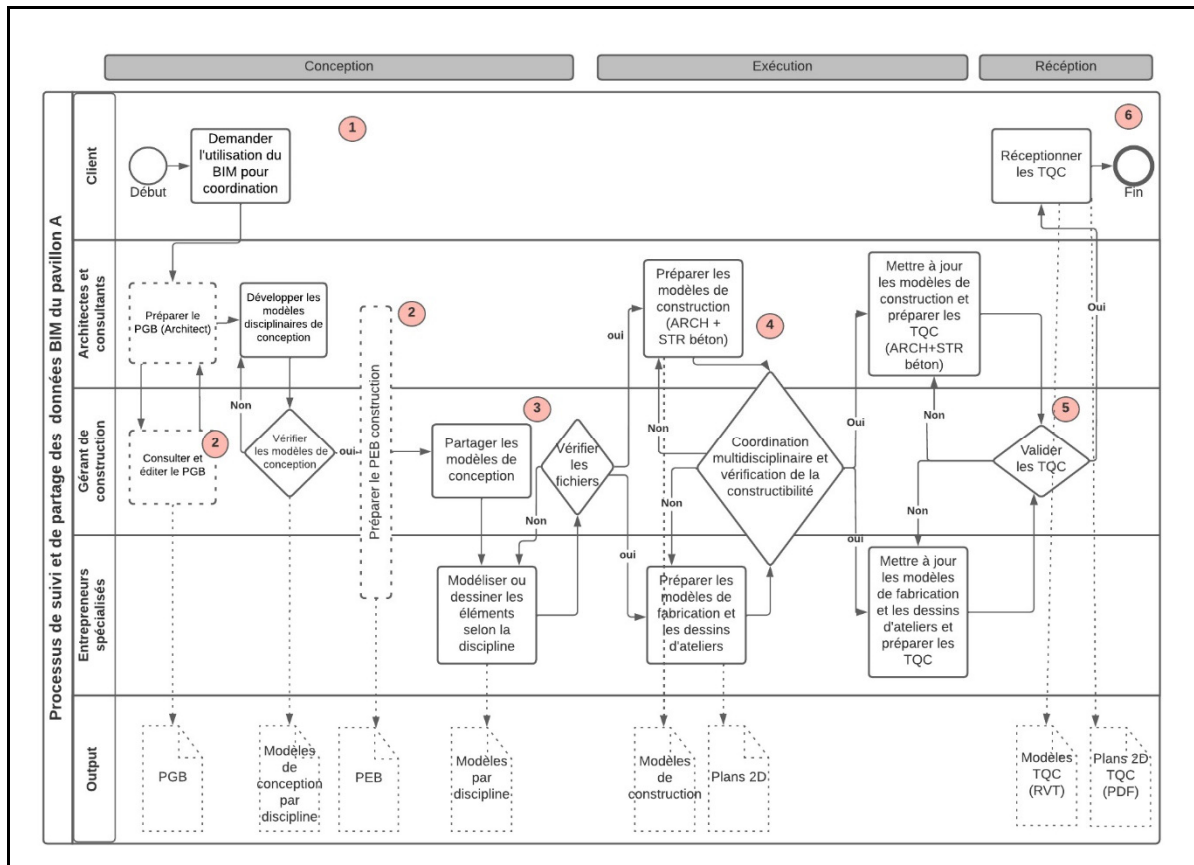


Figure 3.2: Processus de production et de transfert des données du pavillon A

La cartographie du processus actuel montre plusieurs problèmes qui permettent d'expliquer le manque de qualité des modèles démontré dans l'analyse précédente. Notamment, l'absence de processus d'encadrement dans cette production qui a provoqué plusieurs enjeux, comme indiqué dans le Tableau 3.1.

Tableau 3.1: Tableau d'identification des enjeux

1	Pas d'exigences en BIM-FM dans le contrat de la part du client
2	Implication limitée du client dans la création du PGB et PEB.
3	Absence de vérification de la qualité des modèles BIM de conception de la part du client.
4	Peu d'implication du client dans le suivi de l'évolution des modèles du projet.
5	Pas de validation d'information par le client à propos des modèles TQC transférés.
6	Communication insuffisante entre les documents reçus et les systèmes de la gestion des actifs immobiliers du client.

Dans le cas présent, le BIM n'avait pas été exigé. Il s'agit d'une initiative des professionnels et du gérant de construction. Les enjeux ici sont que le bureau de projet n'avait aucun cadre pour gérer le volet numérique du projet, et que le client du processus, soit le département de la gestion des actifs, n'est pas impliqué dans le processus. Donc ses besoins et exigences ne sont pas pris en compte.

3.3.2 Processus de réception et gestion des documents

Le processus de réception des documents liés au projet est d'abord sous la responsabilité de la direction de la construction (Figure 3.3). Ces derniers sont ensuite transmis au département de la gestion des actifs immobiliers.

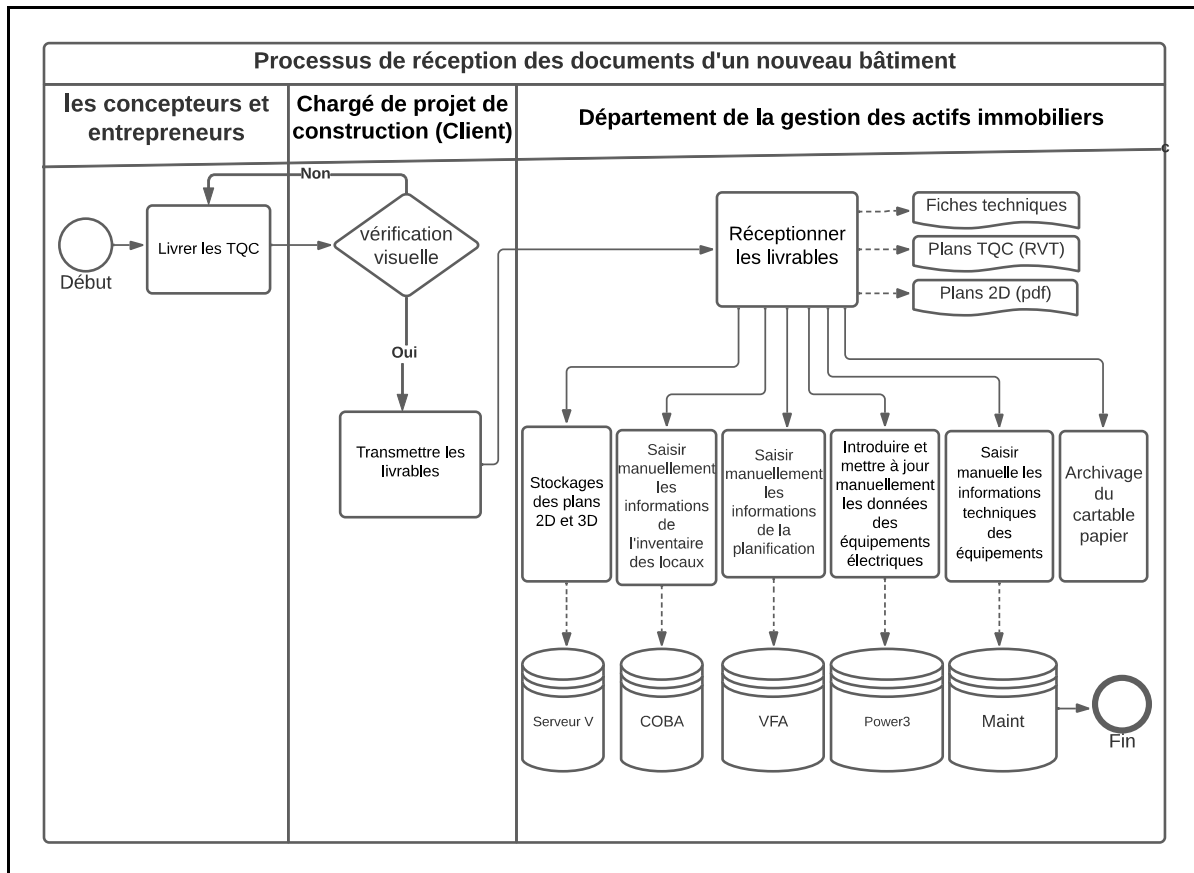


Figure 3.3: Processus de réception et gestion des documents

Le bureau du projet et le département de la gestion des actifs immobiliers ne suivent pas un processus de réception formalisé lors du transfert du bâtiment. En effet, le département de la gestion des actifs immobiliers commence l'opération du bâtiment sans avoir les modèles TQC, car ces derniers sont fournis à la réception définitive. En plus, aucun mécanisme d'archivage et de maintien des modèles n'a été prévu, car le département de la gestion des actifs immobiliers n'a pas été impliqué dans la démarche de production et manque des ressources et outils pour la vérification de la qualité des documents numériques qui sont réceptionnés. C'est la raison pour laquelle les enjeux d'interopérabilité entre les plateformes rendent les processus d'extraction des données des modèles vers les différents systèmes lourds et sujets à des erreurs. Ces enjeux sont décrits plus en détail dans la prochaine section.

3.3.3 Processus de mise à jour des plans (département de la gestion des actifs immobiliers)

La Figure 3.4 représente le processus de mise à jour des plans au sein du département de gestion des actifs immobiliers.

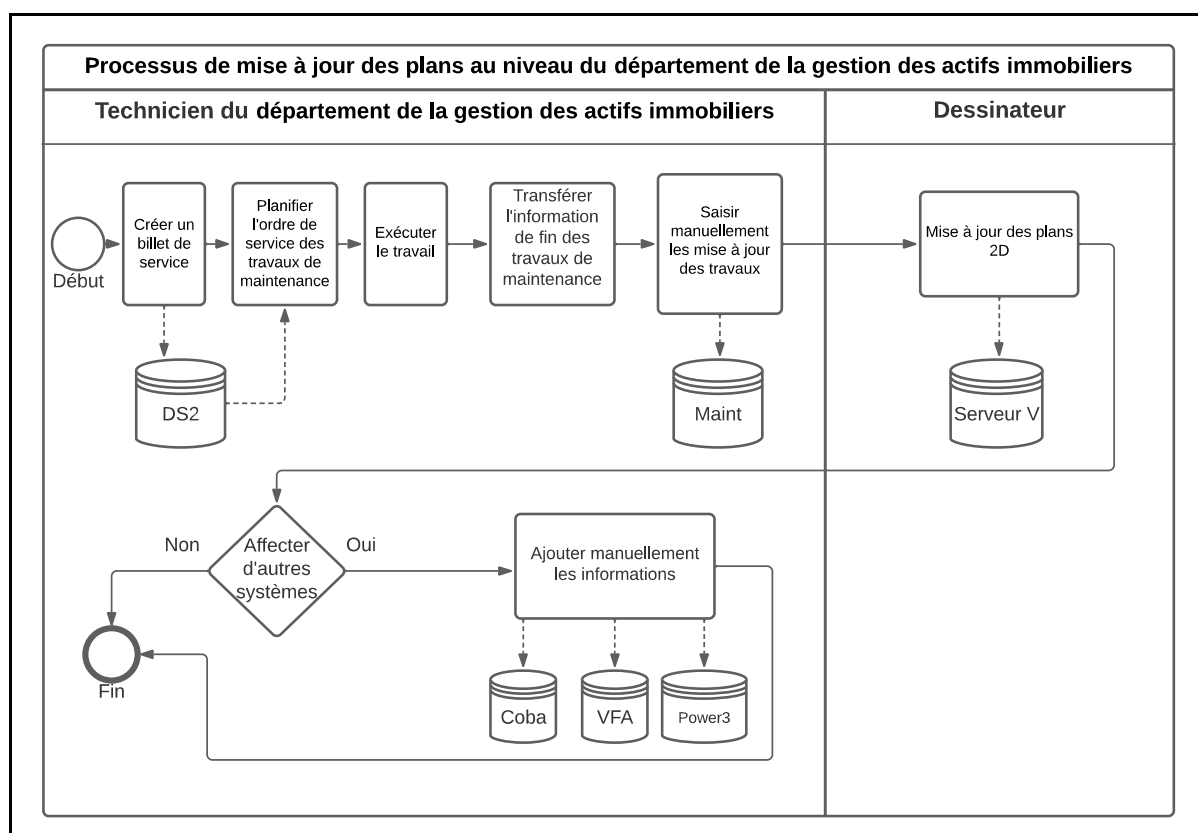


Figure 3.4: Processus de mise à jour des plans au niveau du département de la gestion des actifs immobiliers

Cette figure présente les multiples plateformes de stockage des données utilisées par le département de la gestion des actifs immobiliers telles que :

- DS2 qui est un module permettant de faire des demandes de services auprès du département de gestion des actifs immobiliers et l'émission d'un bon de travail pour des travaux programmés ou pour des travaux ponctuels en cas d'une panne ou de bris d'un équipement.

- Maint est un logiciel de gestion assistée par ordinateur (GMAO) qui contient une base de données informatique sur les opérations de maintenance de l'organisation. Les informations contenues dans la plateforme Maint comprennent en général l'inventaire des équipements et les procédures de maintenance préventive.
- Serveur V est une plateforme de stockage des plans et devis des bâtiments.
- Cobra est une plateforme composée de tables liées à l'inventaire des espaces incluant des champs d'informations exigés dans le système d'information sur les locaux des universités (SILU).
- VFA est à la fois une base de données sur les actifs et un outil de planification des investissements. Il permet une évaluation de l'état des immeubles, les résultats de l'évaluation incluent des recommandations pour la maintenance, réparations ou renouvellements. Il modélise le plan d'immobilisation sur plusieurs années. Il permet de déterminer les priorités et les besoins de financement.
- Power3 est un logiciel de mise à jour des équipements électriques.

L'alimentation des différents systèmes cités ci-dessus se fait manuellement, car il n'a pas d'interopérabilité entre eux. Sans oublier de mettre le point sur le fait que les dessinateurs qui travaillent en 2D sur des dessins vectoriels et ne sont pas formés pour exploiter et mettre à jour des modèles BIM.

3.4 Les enjeux de gestion et la maintenance des actifs immobiliers

Suite à l'analyse des différents documents du projet et des entrevues avec les différents participants au projet, nous remarquons qu'il y a plusieurs éléments au niveau de la livraison de ce projet qui empêchent la réutilisation des modèles BIM TQC pour la phase d'exploitation. On souligne six éléments majeurs. Premièrement, aucune information sur la mise en service ou la liste des équipements de remplacement n'est fournie aux professionnels. Deuxièmement, le client n'a pas établi de normes concernant les informations à inclure. Il existe des documents d'achèvement de projet avec tous les dessins d'atelier. Cependant, il n'y a pas d'activité de contrôle de la qualité des modèles par le département de la gestion des actifs immobiliers.

Troisièmement, aucune standardisation des procédures de transfert des données du modèle vers les plateformes existantes n'est présentée. Quatrièmement, les modèles TQC doivent être livrés lors de la réception définitive, ce qui prive l'équipe de maintenance de sources d'information pour les interventions sur le bâtiment qui est en service depuis plusieurs mois (depuis la réception provisoire). Cinquièmement, en raison de l'absence d'exigences ou de processus d'orientation de la part du client, les modèles livrés n'ont pas été conçus pour être réutilisés ou pour répondre aux besoins d'information de la GMAO. La qualité de ces modèles n'a pas non plus été vérifiée. Finalement, comme il n'existe pas de processus de mise à jour des modèles, les nouvelles modifications apportées au bâtiment ne sont pas reflétées dans les modèles.

3.5 Discussion

En observant la relation entre le bureau de construction et le département de la gestion des actifs immobiliers, qui se limite à la réception de ce dernier de la documentation relative au projet à la phase de livraison, on comprend la raison pour laquelle les modèles sont principalement conçus à des fins de coordination 3D et ne sont pas préparés pour être utilisés dans la phase opérationnelle.

En plus des enjeux cités ci-dessus dans la section 3.4 , ainsi que ceux identifiés au niveau de la revue de la littérature tels que :

- La collaboration limitée entre les gestionnaires immobiliers et l'équipe de gestion des installations au stade de la conception. Pärn et al., (2017);
- Les problèmes de la quantité, la qualité, la disponibilité des données fournies pour la gestion des actifs. Kiczak (2020) Alileche (2018);
- L'absence d'interopérabilité avec les systèmes GMAO qui impose la saisie manuelle des données des actifs dans ces derniers, ce qui cause des erreurs et une perte de temps. Pärn et al., (2017);

On constate d'autres enjeux tels que la perception du client comme une entité homogène. Il y a un écart important dans la compréhension des enjeux et potentiels du BIM dans la gestion

des actifs. D'où vient le besoin de la création d'un cadre, de gestion de la production, de la réception et de la valorisation des données pour les opérations des contenus numériques, qui sera proposé dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 4

Proposition d'un cadre de production et de réception des livrables numériques du projet

À la suite de l'analyse du cas du pavillon A, l'intervention s'est déroulée en deux volets : la définition du cadre d'amélioration et l'expérimentation de certaines solutions dans le projet du pavillon B qui vise une intervention à court terme pour résoudre les problèmes identifiés au pavillon A, qui sert en même temps de preuve de concept pour le cadre qui s'appuie sur la norme ISO19650. Le Tableau 4.1 illustre les différents enjeux rencontrés au niveau du pavillon A et les solutions proposées pour le pavillon B.

Tableau 4.1: Les différents enjeux rencontrés au niveau du pavillon A et les solutions proposées pour le pavillon B.

Les enjeux identifiés au pavillon A	Les solutions proposées pour le pavillon B
Il n'y a pas comme requis d'information de liste des équipements de mise en service ou des équipements de remplacement fournie aux professionnels;	Définir des listes des requis d'information (pour les espaces et les équipements) pour la gestion et la maintenance des actifs immobiliers;
L'université n'a pas établi un standard d'information à intégrer. Il y a des documents de fin de projets avec tous les dessins d'ateliers. Cependant, il n'y a pas d'activité de contrôle de la qualité des modèles par le département de la gestion des actifs;	Améliorer le plan de gestion BIM (PGB) et le plan d'exécution BIM (PEB). Établir un guide de contrôle qualité (liste QC Motamedi et al., 2018)
Absence de procédure standardisée pour transférer les données du modèle vers les plateformes existantes;	Définir un processus d'extraction des données vers les systèmes GMAO;
Les modèles TQC doivent être livrés à la réception définitive, ce qui prive l'équipe de maintenance de sources d'information pour	Définir un processus de la planification et suivi de la production des modèles;

les interventions sur le bâtiment qui est en activité depuis plusieurs mois (depuis la réception provisoire);	
Du fait qu'il n'y avait pas d'exigences ni de processus d'encadrement de la part de l'université, les modèles qui sont livrés n'ont pas été conçus pour leur réutilisation ni pour répondre aux requis d'information pour la GMAO. La qualité de ces modèles n'a pas été vérifiée non plus;	Définir un processus de la réception et le transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers;
Comme il n'y a pas de processus de mise à jour des modèles, les nouveaux changements dans le bâtiment ne sont pas reflétés dans les modèles. Rapidement, les modèles deviendront obsolètes.	Définir un processus de l'entreposage, la réutilisation et le maintien des modèles BIM.

Dans la section suivante, on présente le plan d'action pour le cadre de production et de réception des livrables numériques.

4.1 Phase 2 : Plan d'action pour le cadre de production et de réception des livrables numériques

Les processus proposés mettent en valeur 4 volets tels que :

- La planification et le suivi de la production des modèles;
- La réception et le transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers;
- L'extraction des données vers les systèmes GMAO et gestion des espaces;
- L'entreposage, la réutilisation et le maintien des modèles BIM.

4.1.1 Processus de planification et suivi de la production des modèles

De l'analyse des processus existants il ressort plusieurs enjeux au niveau de la planification et du suivi de la production des modèles tels que:

- L'absence de processus de vérification des modèles;
- Le manque d'implication de la gestion immobilière de l'université;
- Le manque de personnel qualifié et familier avec la gestion BIM.

En réponse à ces constats, on propose la mise en place du processus de planification et suivi de la production des modèles pour encadrer cette production durant la phase de conception.

La mise en place du processus dépend de trois éléments. Premièrement, la clarification des exigences au niveau des modèles. Deuxièmement, le développement d'un guide de modélisation et un plan de gestion de la production des modèles. Troisièmement, l'intégration des requis, ainsi que le processus de vérification des modèles dans les étapes de planification et contrôle du projet à l'intérieur des documents contractuels et du plan d'exécution BIM (PEB).

La Figure 4.1 représente le processus d'encadrement de la production des modèles durant la conception.

Au démarrage du projet, les exigences d'information pour le projet et les actifs et les tableaux indiquant à quel moment ces informations doivent être intégrées dans les modèles ainsi que le guide de modélisation développé pour préciser les directives au niveau du contrôle qualité, sont inclus au contrat.

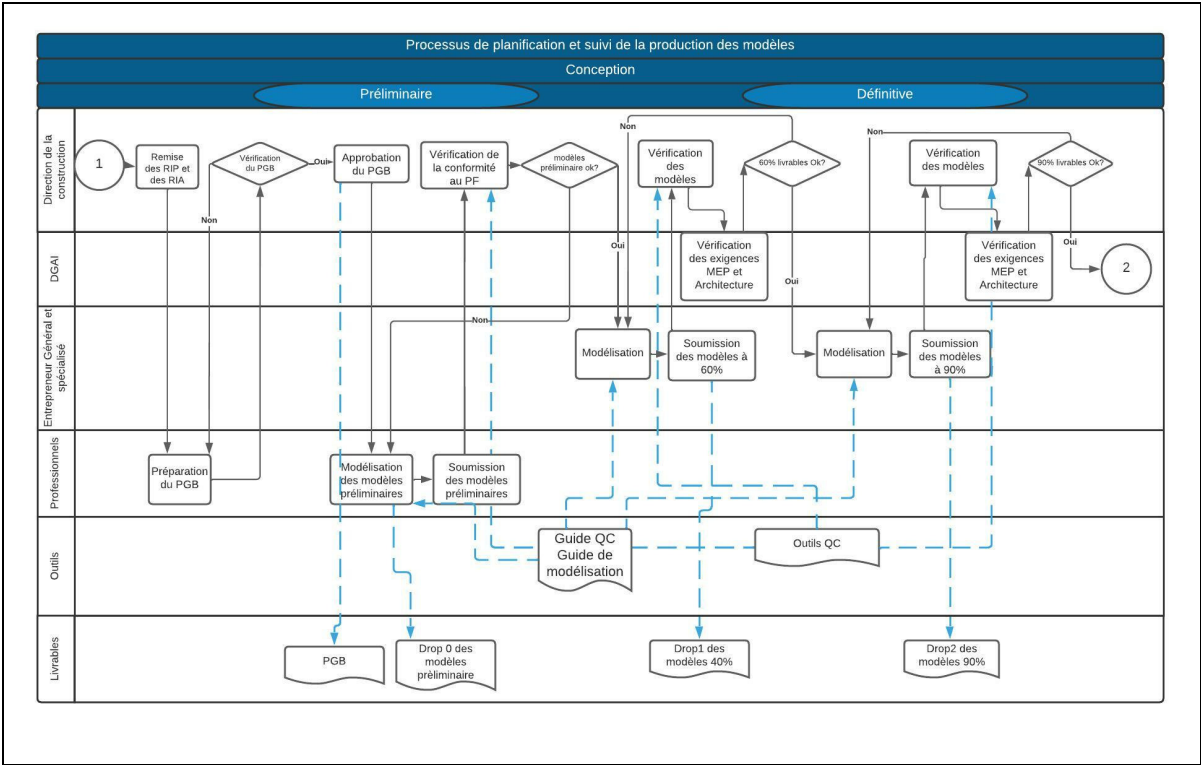


Figure 4.1: Processus de planification et suivi de la production des modèles

La réception des livrables intermédiaires se fait par le bureau de projet. Il est nécessaire d'utiliser une plateforme de collaboration permettant l'échange d'information entre le bureau de projet et le département de la gestion des actifs immobiliers. Il est suggéré d'utiliser BIM 360 au niveau du bureau du projet et de donner accès au département de la gestion des actifs immobiliers qui sera responsable de vérifier la conformité et de faire le contrôle qualité des données des projets partagés sur la plateforme.

4.1.2 Processus de réception et de transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers

L'analyse des processus existants de production et de transfert des données fait ressortir plusieurs enjeux au niveau de la réception et du transfert des modèles. Le Tableau 4.2 indique les solutions proposées pour faire face aux enjeux rencontrés.

L'enjeu le plus important est la gestion des flux d'information, car il n'y a pas de lien de communication formalisé entre le département de la gestion des actifs immobiliers et le bureau de projet durant le projet.

Tableau 4.2: Enjeux et solutions de la réception et le transfert des modèles

Enjeux	Solutions
Accès aux modèles avant la réception définitive	Poursuivre le processus de vérification/validation du contenu MEP et le contenu architectural des modèles et de demander un premier dépôt de l'ensemble des modèles (maquette fédérée) à la réception provisoire pour fins d'audit et d'exécution de travaux dans la période précédant la réception définitive.
Pas de processus de vérification/validation des modèles	S'assurer de la conformité du plan d'exécution BIM (PEB) de l'entrepreneur avec les requis d'information des actifs (RIA)
Difficulté de la gestion immobilière de s'assurer de la conformité des systèmes modélisés	Assurer un suivi des livrables sur une plateforme de travail collaboratif, Réaliser un contrôle de la qualité des modèles à chaque livrable établi à cette fin dans le PGB. Demander une analyse sur les enjeux de l'utilisation du système de gestion électronique des documents.

Processus de réception des modèles pas formalisé.	Établir un processus de réception des modèles formalisé.
---------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

La Figure 4.2 représente le processus de réception et de transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers. Ce processus décrit les différentes étapes de l’archivage du modèle d’opération.

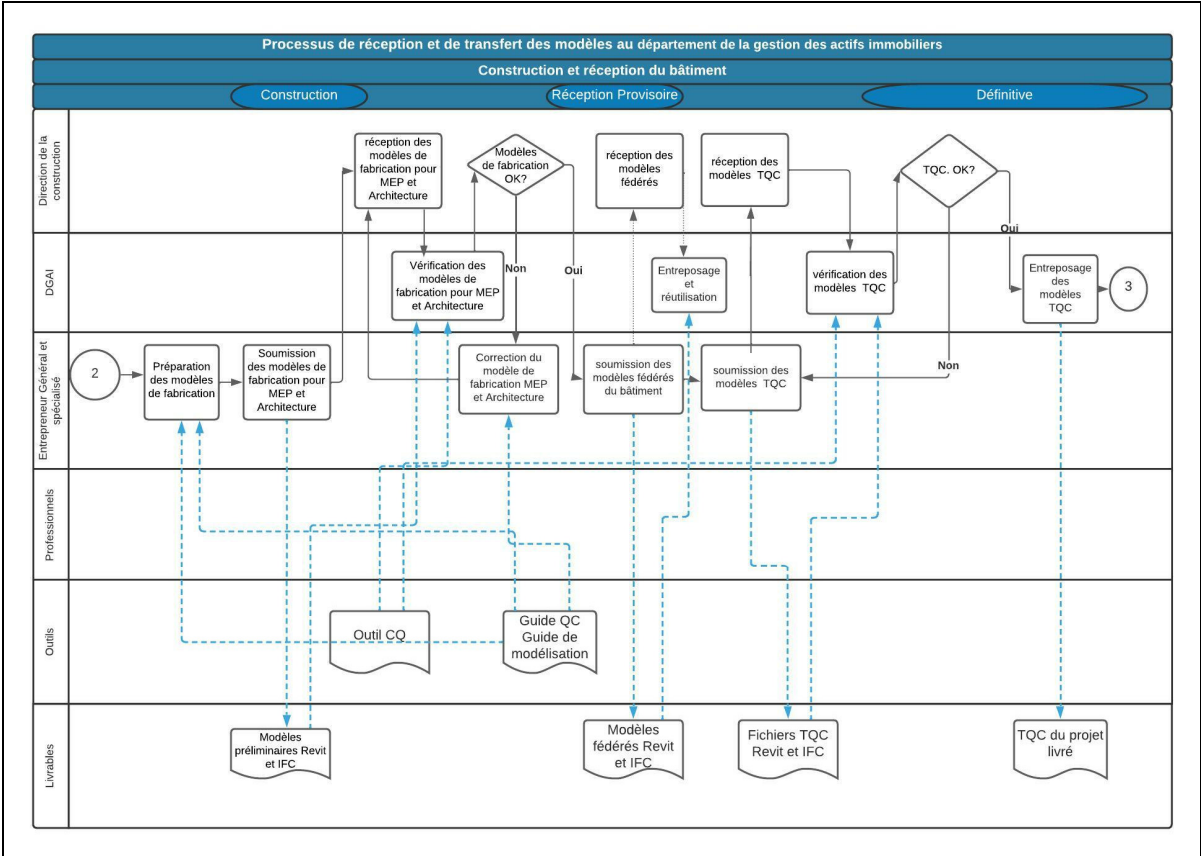


Figure 4.2: Processus de réception et de transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers

4.1.3 Processus d’extraction des données vers les systèmes GMAO

L’analyse des processus existants fait ressortir un enjeu principal au niveau de l’extraction des données vers les systèmes GMAO, c’est-à-dire l’extraction manuelle des données lors de la réception.

En réponse à ces constats, on propose de :

- Produire un modèle BIM-FM pour fins de gestion immobilière, sachant que le département de la gestion des actifs immobiliers doit ajouter certains attributs au modèle avant l'exportation ;
- Construire des passerelles pour faciliter le transfert de données des modèles aux plateformes GMAO et gestion des espaces. La faisabilité d'automatiser l'extraction de certaines données des modèles vers ces plateformes a été confirmée par ces fournisseurs;
- Extraction des fichiers Excel des données des modèles et les insérer dans le système GMAO et gestion des espaces. Voir le document « COBA Annexe : _Chargement, initiale Université (Fiche B.4) » (voir ANNEXE V).

Pour être en mesure de mettre en place les propositions ci-dessus, le département de la gestion des actifs immobiliers doit créer un processus et associer des ressources pour préparer le modèle BIM-FM et gérer le transfert des données des modèles vers GMAO et gestion des espaces. En plus, ils doivent confirmer les intentions quant au remplacement des systèmes GMAO en place.

Le processus proposé à la Figure 4.3 est basé sur la prémisse que le département de la gestion des actifs immobiliers entend encore utiliser les plateformes GMAO et gestion des espaces pour un certain temps. Il comprend un nettoyage de la copie du modèle TQC pour l'adapter aux besoins des opérations. Selon nos investigations, il sera possible d'automatiser en partie le transfert de l'information des modèles vers ces deux plateformes à l'aide d'une passerelle (API). Il faudra investiguer l'intention de la STI de remplacer le serveur 'V' par la plateforme 'M-Files'. Il semble y avoir certains enjeux par rapport à BIM 360 qui devront être explorés une fois les principaux éléments du cadre proposé seront déployés.

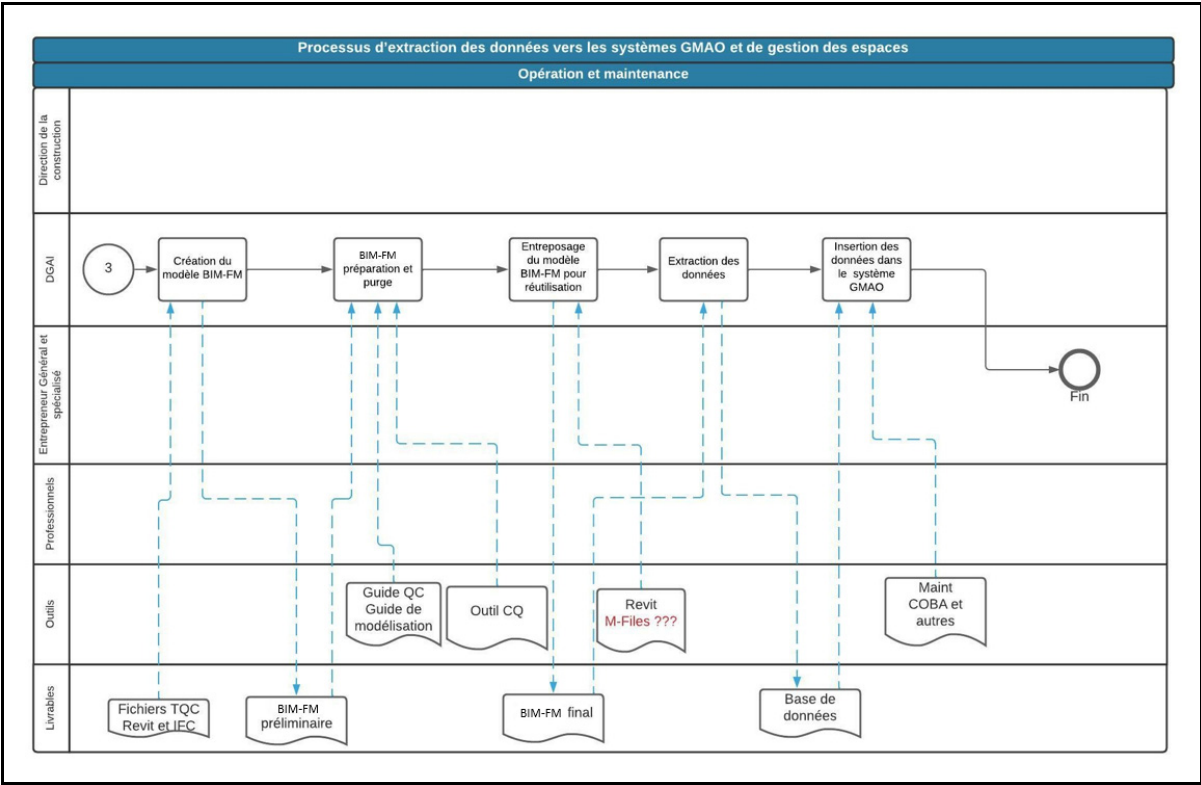


Figure 4.3: Processus d’extraction des données vers les systèmes GMAO et de gestion des espaces

4.1.4 Processus de réaménagement ou les travaux majeurs

L’analyse des processus existants soulève plusieurs enjeux au niveau du réaménagement et des travaux majeurs dans les bâtiments existants, Le Tableau indique les solutions proposées pour faire face aux enjeux rencontrés.

Tableau 4.3: enjeux et solutions au niveau du réaménagement et des travaux majeurs dans les bâtiments existants

Enjeux	Solutions
Pas de cadre pour la valorisation des modèles aux fins de réutilisation pour des réaménagements et mises à jour ;	Pour se faire, le département de la gestion des actifs immobiliers est invité à abandonner VectorWorks et à migrer vers Revit et aussi de revoir les tâches et former le personnel en fonction des nouveaux processus proposés.
Enjeu de synchronisation des mises à jour entre les différents systèmes ;	

Possibilité de problèmes associés à la migration des dossiers projet vers 'M-Files'.	On propose de réaliser une analyse de l'opportunité d'utiliser l'environnement BIM 360 d'Autodesk pour les dossiers projet et exploitation.
--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Le processus proposé à la Figure 4.4 illustre les deux situations qui peuvent se présenter pour lesquelles les modèles archivés, ou ceux utilisés pour les opérations, peuvent être réutilisés comme information pour conduire des travaux majeurs, soit pour les phases ultérieures du pavillon C ou pour faire des réaménagements dans certains locaux. Il est important, pour des questions légales de ne pas modifier le modèle TQC, mais d'en faire une copie. Aussi, le modèle pour opérations doit être mis à jour et les données doivent être synchronisées avec les bases de données (BD) des systèmes de GMAO quand il s'agit de réaménagement.

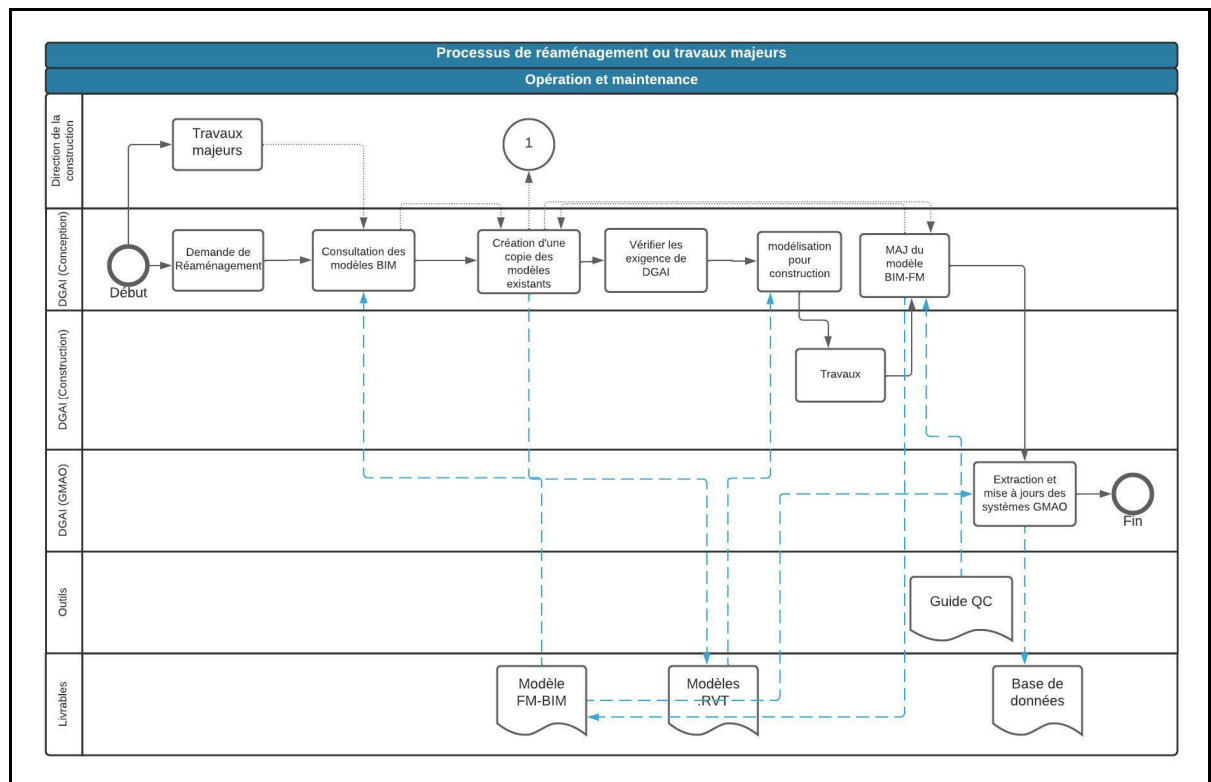


Figure 4.4: Processus de réaménagement ou les travaux majeurs

4.2 Phase 3 prises d'action (partielle) : Spécification des requis d'information

Les requis d'information des actifs immobiliers de l'université sont divisés en deux volets. Le premier concerne les requis d'information des espaces, ceux qui vont être spécifiés dans cette section. Le deuxième concerne les requis d'information des équipements MEP, ceux qui ont été spécifiés dans l'étude de Belharet. L (2020).

Pour être en mesure de spécifier les requis d'information des actifs de l'université, on a effectué plusieurs tâches, telles que :

- L'analyse des requis d'information des systèmes existants;
- L'interrogation des différents techniciens et gestionnaires responsables de la maintenance;
- La consultation des meilleures pratiques pour apprendre des leçons pour les futurs bâtiments;
- La création d'une liste des informations requises pour l'université ainsi qu'un tableau des rôles et responsabilités.

Ces tâches ont été réalisées en deux étapes. La première étape consiste à identifier les informations requises qui peuvent être représentées, échangées et vérifiées pour la conformité dans le modèle BIM lié aux caractéristiques des espaces du projet. À cet égard, il est suggéré de rajouter au modèle, les informations identifiées, pour être utilisées plus tard dans le système GMAO. Cependant, il existe plusieurs concepts combinés, tels que :

- Identifier les exigences d'information à inclure dans le modèle BIM;
- Documenter dans un document les RIA à inclure dans les contrats pour les futurs bâtiments et pour les projets de rénovation.

Après avoir identifiés les éléments principaux, tels que les actifs critiques et leurs classifications, et les attributs importants pour chaque actif, on a réalisé deux actions. Premièrement, interroger des personnes du département de la gestion des actifs immobiliers et analyser les systèmes existants (Gestion des espaces). Deuxièmement, revoir les listes similaires (actifs critiques, attributs) d'autres organisations (telles que VdQ, USC).

La Figure 4.5 présente la première phase du processus de la création des requis d'information des actifs (RIA pour les espaces)

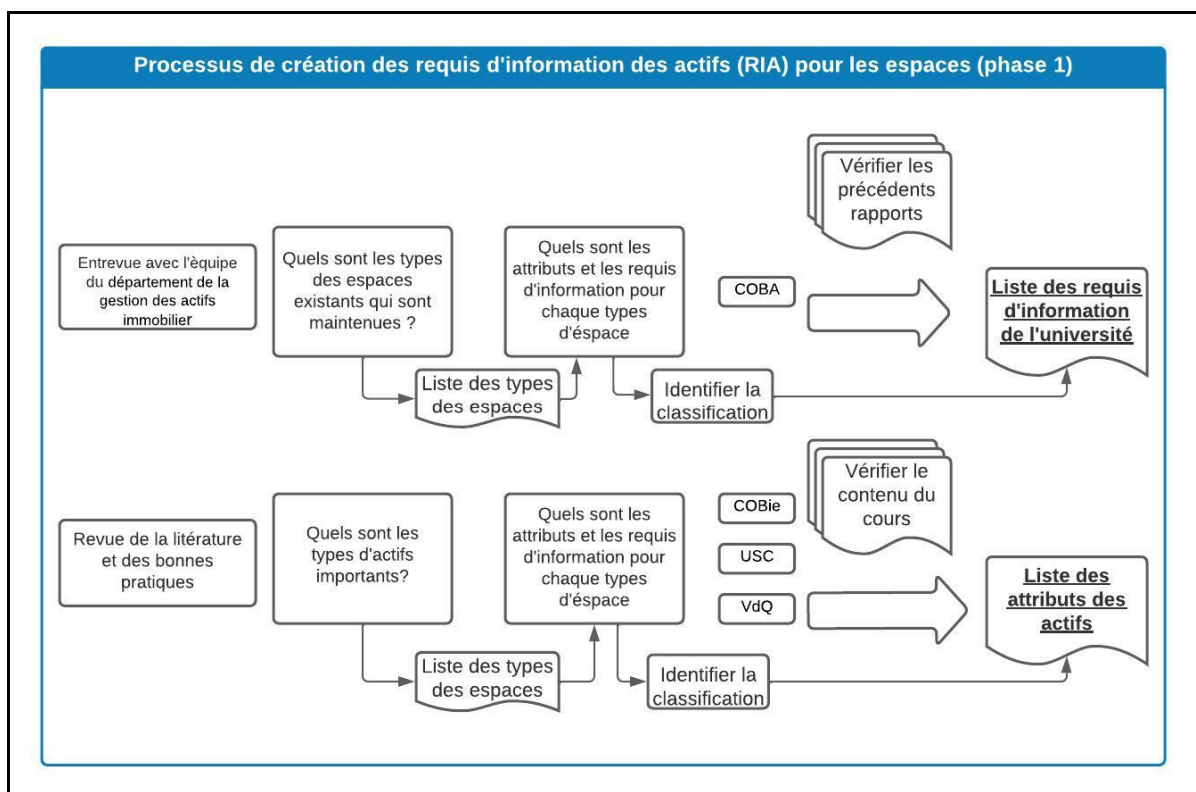


Figure 4.5: Processus de création des requis d'information des actifs (RIA) pour les espaces (phase 1)

Par la suite, nous avons comparé et combiné les deux listes des requis d'information en incluant des recommandations des nouvelles priorités du département de la gestion des actifs immobiliers et en priorisant des jalons d'entrée des données. Le but était de créer et de suggérer une liste de requis d'information des actifs RIA personnalisée pour le département de la gestion des actifs immobiliers englobant tous les actifs critiques ainsi que leurs attributs (voir Figure 4.6).

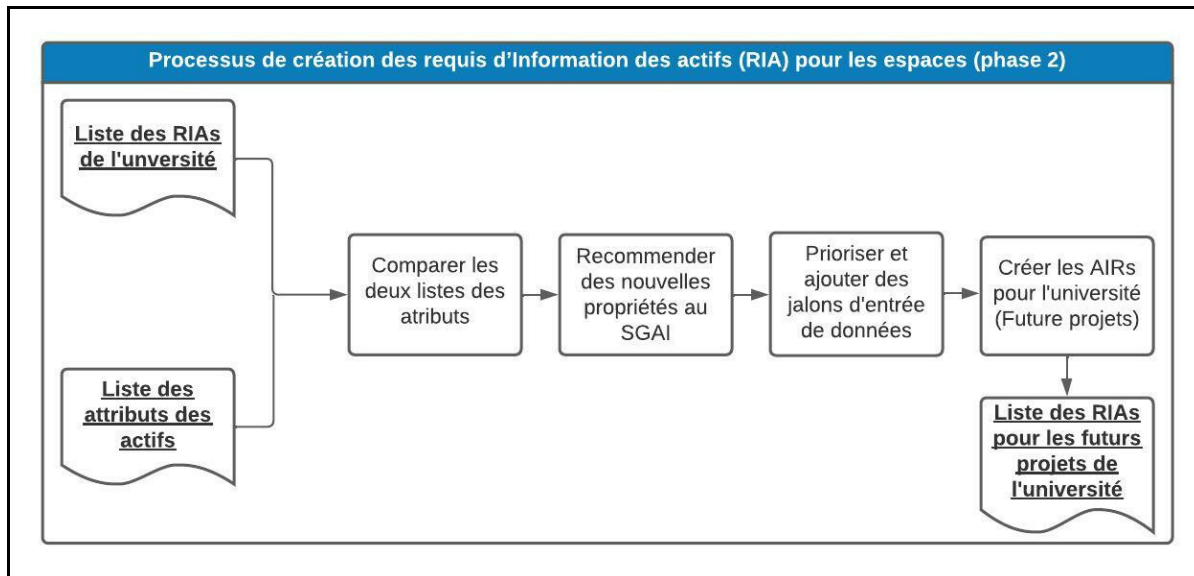


Figure 4.6: Processus de création des requis d'information des actifs (RIA) pour les espaces (phase 2)

La deuxième étape de l'identification des espaces critiques a été effectuée en collaboration avec l'équipe de la maintenance et la gestion des espaces du département de la gestion des actifs immobiliers, nous avons organisé les espaces de l'université dans une liste selon les catégories de la classification Omniclass. Le but de cet exercice était d'établir une liste des espaces critiques dans les différents bâtiments de l'université. Ces actifs sont considérés comme étant importants à entretenir et à maintenir. Les noms des espaces sont extraits de la plateforme de gestion des espaces. La Figure 4.7 présente un extrait de la liste des espaces critiques.

OmniClass			Description	Priorité (1=haute, 2= moyenne, 3= basse)	Groupes d'attributs									
			Basic Object		General building information	Building composition	Composition of each space	Information on the contents of the room	Flooring	Walls	Ceiling	Lighting	Door	Environment
			Objet de base		Information générale sur le bâtiment	Composition du bâtiment	Composition de chaque espace	Information sur le contenu du local	Plancher	Murs	Plafond	Éclairage	Porte	Environnement
13-15 00 00	Wall Spaces	Espaces muraux												
13-15 11 00	Exterior Wall Space	Espace mural extérieur	1	x					x					
13-15 13 00	Interior Wall Space	Espace mural intérieur	1	x					x					
13-21 00 00	Parking Spaces	Aire de stationnement												
13-21 11 00	Exterior Parking Spaces	Espaces de stationnement extérieurs	2	x										
13-21 13 00	Interior Parking Spaces	Espaces de stationnement intérieurs	1	x			x	x	x	x	x	x	x	
13-23 00 00	Facility Service Spaces	Espaces de circulation verticale												
13-23 11 11 11	Elevator Shaft	Cage d'ascenseur (vide technique)	1				x		x		x			
13-23 11 11	Elevator	Ascenseur	1				x		x	x	x	x	x	
13-23 15 00	Load lift	Monte-charge	1				x		x	x	x	x	x	
13-23 11 11 21	Escalator	Escalier mécanique	1	x			x		x					
13-23 11 13 11	Egress Stairway	Escalier de sortie ou d'évacuation	1				x		x					
13-23 11 17	Access Ramp	Rampe d'accès	1				x		x					
							x							
13-25 00 00	Horizontal circulation spaces	Espaces de circulation horizontal												
13-25 11 11	Corridor	Corridor	1	x			x		x	x	x	x	x	x
13-25 13 13	Entry Lobby	Hall d'entrée	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x

Figure 4.7: Extrait de la liste des espaces critiques

À la suite de cette analyse, une liste finale des espaces critiques a été créée en dressant tous les différents espaces de l'université (voir ANNEXE III). Cette liste permettra de poursuivre l'activité liée au classement des espaces et l'identification des requis d'information.

Dans la suite de cette étude, La liste d'espaces et de leurs attributs (voir ANNEXE III) a été présentée aux responsables de la gestion et la maintenance des actifs immobiliers, pour qu'ils puissent cibler par espace, l'information nécessaire pour alimenter leurs bases de données de maintenance. Les éléments identifiés représentent les attributs estimés comme essentiels pour qu'un opérateur puisse effectuer son travail.

Certains attributs partagés entre tous les actifs sont essentiellement les mêmes pour chaque type d'espaces, tandis que d'autres sont spécifiques pour un des espaces.

Cette activité consiste à identifier la convention de nomenclature ainsi que la matrice des rôles et responsabilités.

À la suite de la classification des espaces critiques, une liste des attributs liés à chaque espace a été définie. Vu que les attributs sont nombreux et communs pour certains espaces, nous avons classé ces derniers sous forme de catégorie en respectant la criticité de chaque attribut (voir ANNEXE IV).

La Figure 4.8 présente un extrait de liste des attributs critiques des espaces.

Groupe d'attributs	Attribut	Priorité des attribues (1= haute, 2= moyenne, 3= basse)
Objet de base	Nom	1
	Catégorie OmniClass	1
	Emplacement	1
	La description	1
	Date d'installation	1
Information générale sur le bâtiment	Adresse	1
	Adresse de livraison	1
	Ville	1
	Pays	1
	Codes postaux MELS	1
	Code de l'immeuble	1
	Valeur	1
	Superficie brute du terrain	1
Composition du bâtiment	Superficie brute totale	1
	Superficie brute par étage	1
	Nombre d' étage	1
	Revêtement extérieur	1
	Composition du toit	1
	Nom-Description du local	1
	Code du bâtiment	1
	Numéro de l'aile	1
	Numéro de l'étage	1
	Numéro du local	1

Figure 4.8: Extrait de liste des attributs critiques des espaces

4.3 **Implantation d’une plateforme collaborative pour le suivi de la production des modèles BIM**

Le bureau de projet pour le bâtiment B dispose le module de gestion des documents de la plateforme collaborative BIM 360. Plusieurs autres modules sont aussi disponibles et il y a un avantage certain pour le bureau de projet, le département de la gestion des actifs immobiliers et leurs fournisseurs d’envisager leur (son) adoption pour gérer les échanges électroniques qui touchent le suivi et le transfert des modèles BIM. Il est recommandé d’expérimenter l’utilisation du module de gestion des documents pour le projet du pavillon B et de considérer l’ajout d’autres modules. Figure 4.9 présente l’environnement de BIM 360. Le texte qui suit fait une présentation succincte de BIM 360.

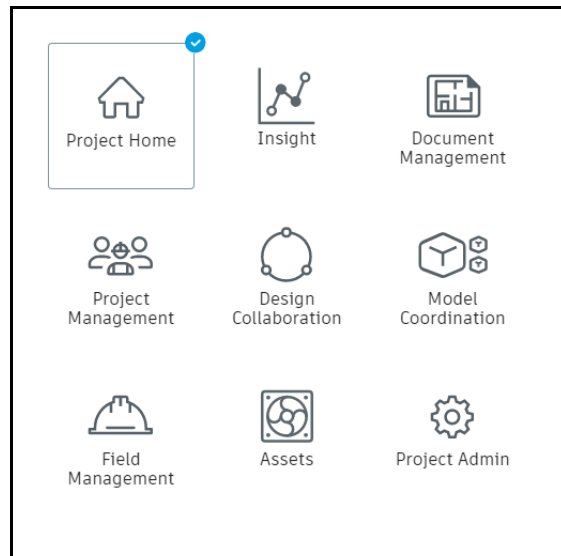


Figure 4.9: Environnement de BIM360

- Administration du compte
 - Création des projets, des entreprises des fournisseurs, ajout de membres – rôles et permissions, création de gabarits pour certains modules, activation des modules par projet;
 - Paramétrage des permissions d'accès : définir le niveau d'autorisation à chaque membre de l'équipe selon son rôle dans le projet.
- Home : Tableau de bord (*Dashboard*) personnalisable qui présente une vue d'ensemble du projet et des différents modules qui sont activés pour lui (dépendamment du rôle de l'utilisateur).
- Gestion des documents (*Documents management*): assure la gestion des documents entre les membres de l'équipe d'un projet.
 - Partage des fichiers : partager plusieurs formats de fichiers tels que .dwg .rvt, .pdf, etc.

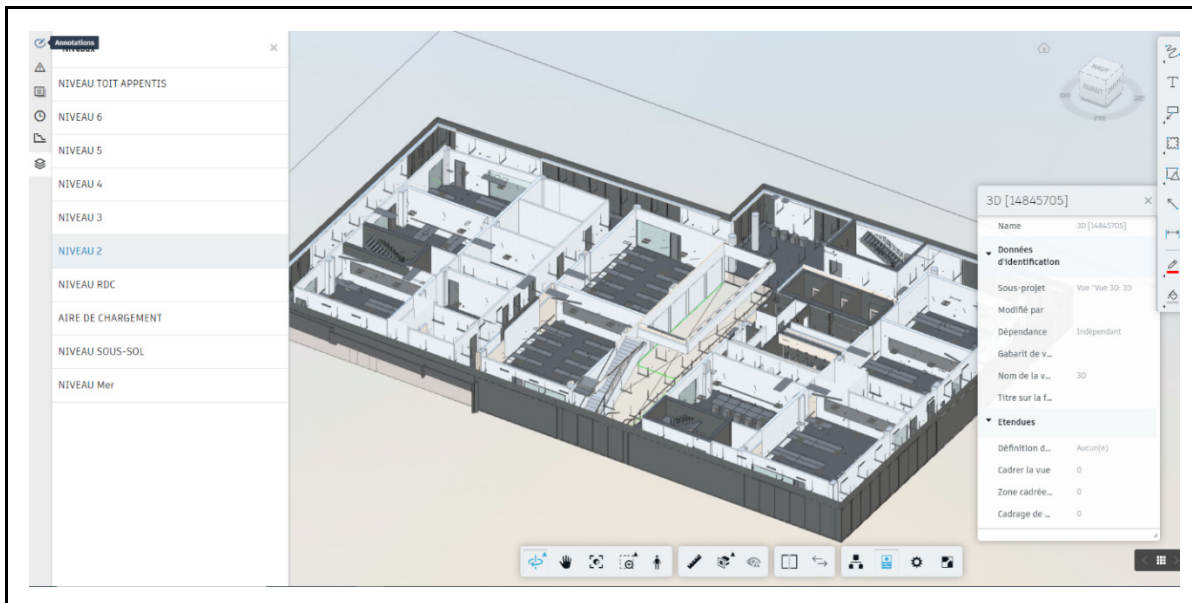


Figure 4.10: Visualisation d'un modèle en 3D avec possibilité d'annotations

- Visualisation des fichiers (voir la Figure 4.10)
 - DWG : Visualiser les plans 2D sans avoir besoin d'installer AutoCAD sur l'ordinateur;
 - RVT : Visualiser les modèles 3D et les plans 2D issus du modèle sans avoir besoin d'installer Revit sur l'ordinateur;
 - Historique des versions : faire une comparaison entre deux ou plusieurs versions du modèle et générer un rapport de comparaison.
- Création d'un problème : encercler le problème dans le modèle et l'assigner à la personne responsable de la correction qui recevra à son tour une notification pour l'informer.
- Ajout d'annotations : encercler la partie du modèle à commenter, écrire le commentaire et paramétrer l'accès à cette annotation.
- Autres modules
 - Model Coordination: vérification et gestion des interférences (*automatic clash detection*);
 - Project Management : demandes d'information (*RFI*, *QRT*), réunions du projet;
 - Design Collaboration: permet aux professionnels de partager le travail directement sans avoir besoin de passer par box (le fichier Revit est enregistré directement sur BIM360);
(Exige licence pour BIM360 Collaboration PRO)
 - Field Management : Suivi de la qualité (problèmes, déficiences, etc.) sur chantier;

- Assets : mise en service, suivi des équipements;
- Insight : Tableau de bord (*Dashboard*) personnalisable qui présente des analyses sur les données du projet.

4.4 Phase 4 : Validation

Les résultats de la recherche ont été présentés dans un rapport et remis à la haute direction de l'université. Pour donner suite au rapport soumis, l'université a créé un comité BIM au sein de l'université. Il a pour objectif principal de mettre en place une stratégie d'implantation de l'approche BIM dans la gestion des bâtiments du campus tout au long de leurs cycles de vie. En plus, l'école vise à engager plus de ressources spécialisées en matière de BIM.

Dans le cadre de la réalisation du pavillon B de l'Université, L'équipe de gestion des actifs immobiliers a défini les requis d'information des actifs (RIA) tels que, les équipements MEP critiques ainsi que les attributs prioritaires relatifs aux équipements. L'équipe de gestion des espaces a également défini les requis d'information des espaces tel que les espaces critiques ainsi que les attributs prioritaires relatifs aux espaces. Le bureau de projet a exigé à l'entrepreneur général dans l'appel d'offre (AO) d'inscrire les informations requises pour les équipements MEP déjà définis par le département de gestion des actifs immobilières (DGAI).

À la suite de la réception des modèles BIM relatifs aux différentes disciplines du projet partagées sur la plateforme collaborative BIM360, le bureau de construction procède à un contrôle qualité des modèles BIM pour vérifier la disponibilité des information requises.

Au niveau des ressource BIM, le bureau des projets a recruté un intégrateur BIM qui s'occupera de l'intégration d'une stratégie de déploiement de l'approche BIM afin d'appliquer la vision BIM de l'entreprise.

4.5 Discussion

À travers ce chapitre, on constate que la mise en place du BIM au sein des processus O&M est la pratique la plus efficace pour améliorer la gestion des actifs immobiliers de l'université à la phase de l'opération et de la maintenance. Il est important de commencer par le plan de gestion

BIM qui permet de fixer les exigences en matière de données afin de pouvoir bénéficier des avantages de l'approche BIM durant tout le cycle de vie du projet et de l'actif bâti.

En s'inspirant du cadre proposé par McArthur (2015) et en le complétant par d'autres suggestions issues de la revue de littérature, le cadre théorique défini dans ce travail, propose d'insérer le BIM-FM dans les processus suivants : le processus de planification et suivi de la production des modèles, le processus de la réception et le transfert des modèles au département de la gestion des actifs immobiliers, le processus de l'extraction des données vers les systèmes GMAO et de gestion des espaces et le processus de l'entreposage, la réutilisation et le maintien des modèles BIM.

La définition des requis d'information pour la gestion des actifs et l'utilisation d'une plateforme collaborative telle que BIM360 permet d'assurer la synchronisation et l'exactitude des données nécessaires pour la FM.

Dans cette étude de cas, le bureau de projet de l'université s'est basé sur les recommandations de la recherche. Premièrement, l'insertion des exigences en matière des requis d'informations dans l'appel d'offre. Deuxièmement, le déploiement de la plateforme collaborative BIM 360 pour le partage et la synchronisation de la documentation du projet durant toute les phases du cycle de vie. Troisièmement, un contrôle qualité des modèles BIM de toutes les disciplines est effectué afin de vérifier la disponibilité des informations requises.

CONCLUSION

Cette recherche apporte une contribution à deux niveaux dans le secteur d'AEC, soit au niveau de la connaissance et au niveau de la pratique. Au niveau de la contribution à la connaissance, elle relève les enjeux organisationnels de la gestion de l'information sur les actifs dans leur cycle de vie. Ces enjeux concernent principalement la gestion du flux de données du projet entre l'équipe de construction et l'équipe de gestion des actifs.

Au niveau de la contribution à la pratique, le cadre proposé apporte une série de solutions aux enjeux cités. Les différents intervenants aux projets ont participé à l'élaboration de ce cadre par leur implication durant cette étude.

Cette recherche répond à son objectif principal - de proposer un cadre de production et de réception des contenus numériques, qui a été subdivisé en trois objectifs spécifiques.

Afin de rencontrer le premier objectif spécifique, soit l'identification des enjeux dans la planification et le suivi de la production, ainsi que la capture des requis d'information pour la GMAO dans les modèles BIM et leur transfert dans les systèmes de gestion des actifs, un rapport d'analyse a été présenté. Ce rapport incluait la vérification du contenu numérique des modèles BIM, ainsi que la cartographie des processus des pratiques suivis lors de la réalisation du projet BIM existant tout au long de son cycle de vie. Ils ont été élaborés suite à une série de vérifications, telles que la vérification de la documentation relative au projet et des entrevues avec les personnes clés qui ont participé au projet.

Afin de rencontrer le deuxième objectif spécifique, soit la proposition et la validation des pistes de solutions, un rapport a été présenté à la direction de l'université. Ce rapport formulait des recommandations pour l'amélioration du plan de gestion BIM du nouveau projet, et proposait une cartographie de processus BIM améliorés couvrant tout le cycle de vie du projet. Il proposait également de créer une liste des requis d'information des actifs (RIA), ainsi que l'exploitation d'un environnement de données commun CDE.

Afin de rencontrer le troisième objectif spécifique, c'est-à-dire le développement d'un cadre de solution, j'ai participé en tant que stagiaire au sein du bureau de projet à la mise en place d'un environnement de données commun CDE (BIM360) pour la gestion et le partage des documents relatifs aux projets, ainsi qu'à la création d'une liste des requis d'information des espaces critiques en collaboration avec l'équipe du département de la gestion des actifs immobiliers.

Le cadre est basé sur deux projets et sur une seule étude de cas. Cependant, les pratiques sont relativement normalisées dans l'industrie et les variations de contexte limitées. Il n'en demeure pas moins que la vérification du cadre dans plusieurs cas serait nécessaire pour en assurer la robustesse.

Cette étude de cas a permis d'expérimenter quelques solutions, telles que la mise en place d'un environnement des données commun, la participation des gestionnaires des actifs immobiliers dans la spécification des requis d'information et la communication entre les différentes directions de l'université dans le but de mettre en place une stratégie d'implantation de l'approche BIM dans la gestion des bâtiments du campus tout au long de leurs cycles de vie.

Pour un meilleur déploiement du processus BIM au cours de la phase O&M des bâtiments, il est recommandé d'aller plus loin au niveau de la définition des requis d'information des actifs, de la nomination des actifs et de l'exploitation des outils de GMAO interopérables. Il est recommandé aussi de créer un guide de bonnes pratiques pour la mise en place du BIM pour les futurs bâtiments de l'université.

ANNEXE I

Rapport d'analyse

Analyse des modèles numérique :

1. Justesse

- Les sols doivent être correctement définis et ne doivent pas exister en tant que plafonds ==> cette vérification est faite pour s'assurer que les éléments ont les bonnes fonctions dans le modèle.

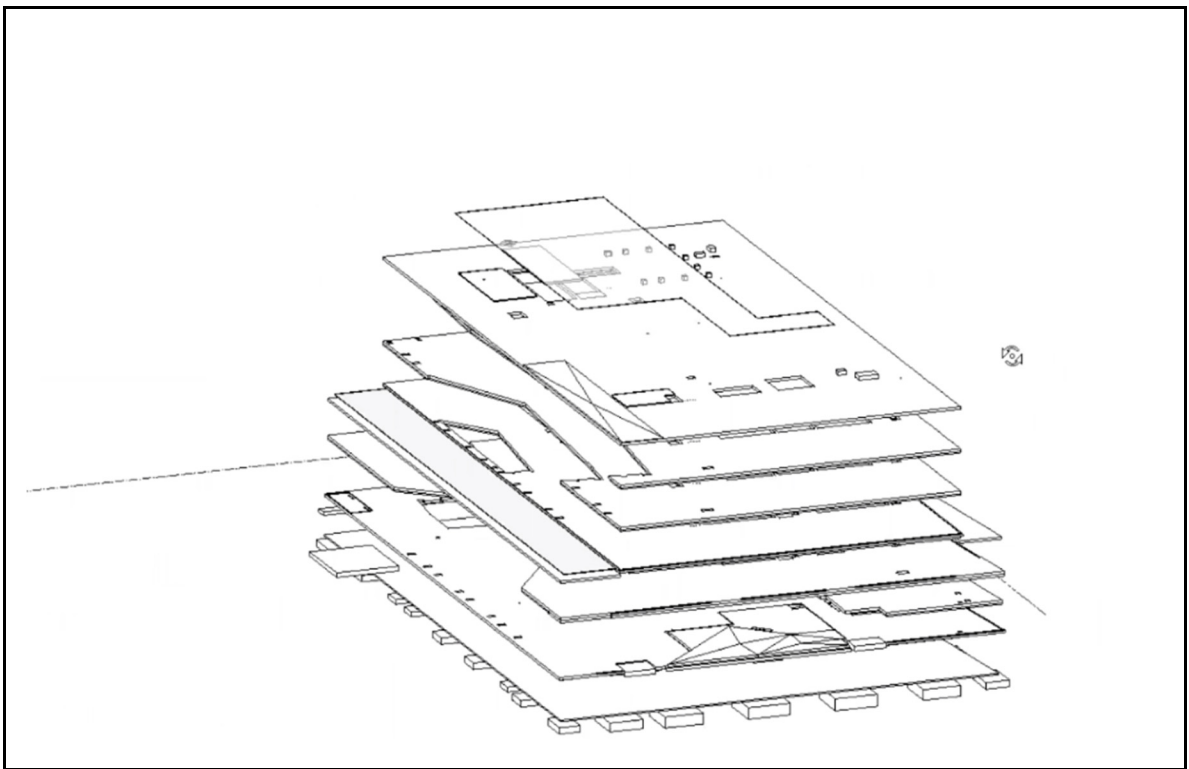
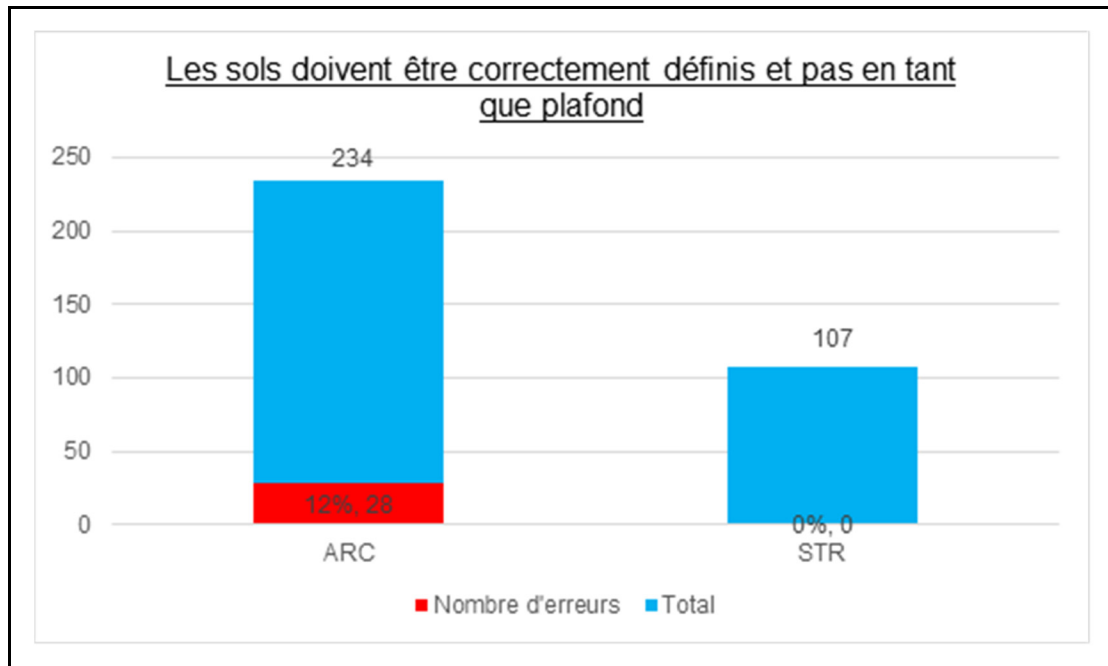


Figure-A I-1: Les sols doivent être correctement définis et pas en tant que plafond



Graphe-A I-1: Les sols doivent être correctement définis et pas en tant que plafond

- À la suite de la vérification des modèles Revit, on a trouvé que 12% des sols dans le modèle architecture sont définis en tant que plafonds.
- Les plafonds ne doivent pas avoir la délimitation de pièce activée pour permettre une bonne définition de la hauteur de pièce ==> cette vérification est faite pour s'assurer de la bonne définition de la hauteur de pièce pour exécuter correctement des calculs de volumétrie ou des simulations thermiques

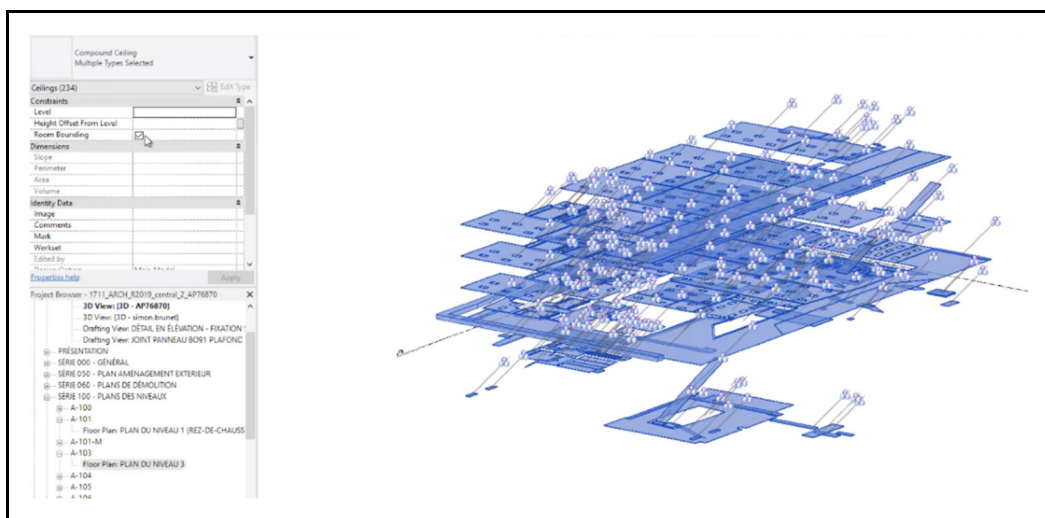
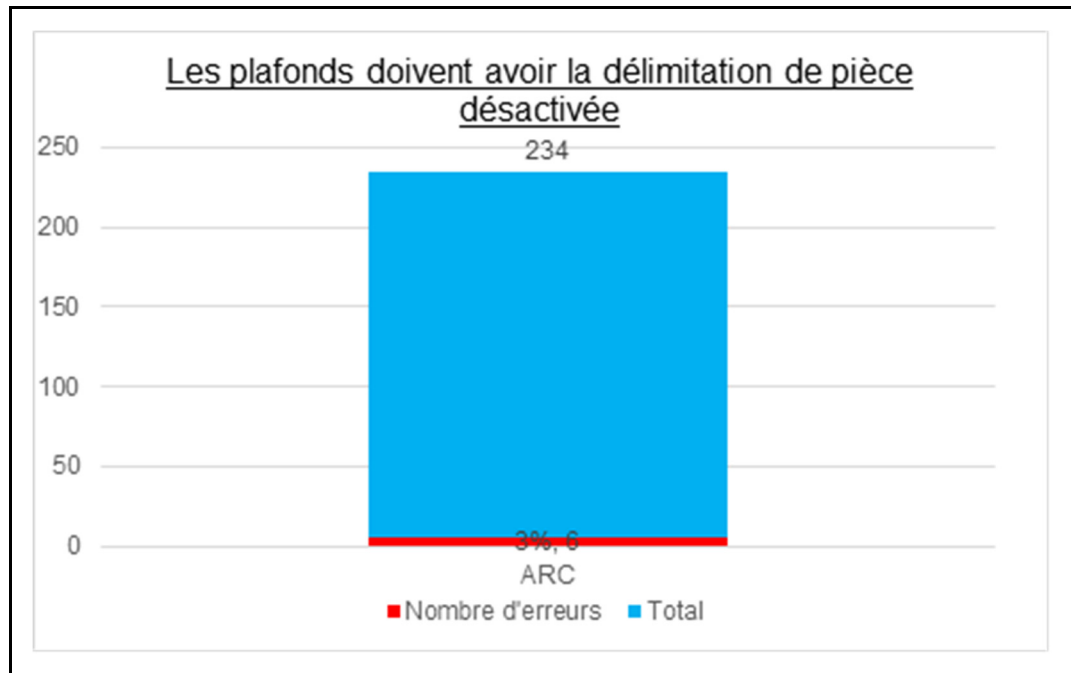


Figure-A I-2: Les plafonds doivent avoir la délimitation de pièce désactivée

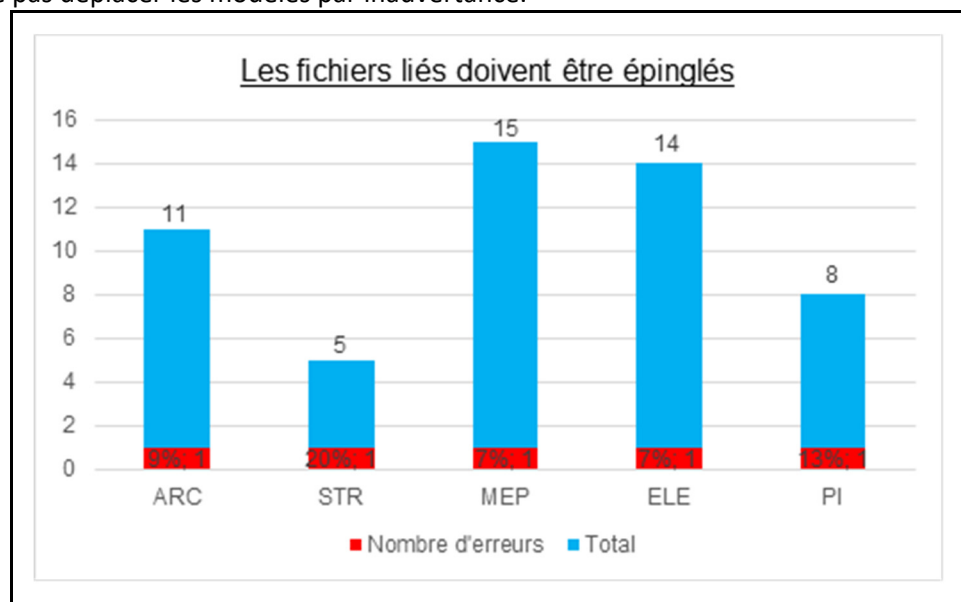


Graphe-A I-2: Les plafonds doivent avoir la délimitation de pièce désactivée

- À la suite de la vérification des modèles Revit, on a trouvé que 3% des plafonds dans le modèle architecture ont la délimitation de la pièce activée.

2. Uniformité

- Les fichiers liés doivent être épinglés en place ==> cette vérification est faite pour s'assurer de ne pas déplacer les modèles par inadvertance.



Graphe-A I-3: Les fichiers liés doivent être épinglés

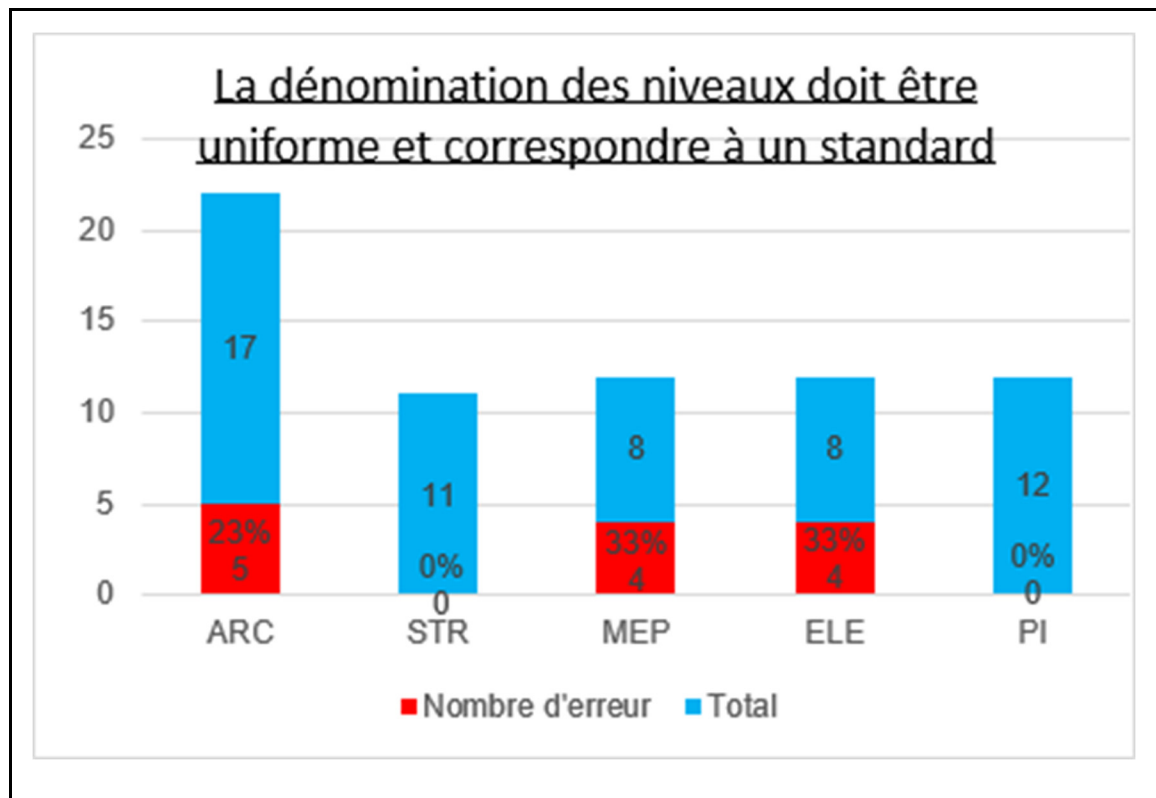
- À la suite de la vérification des modèles Revit, on a trouvé que 9% des fichiers liés dans le modèle architecture, 20% des fichiers liés dans le modèle structure, 7% des fichiers liés dans le modèle MEP (Mécanique, Électrique et Plomberie), 7% des fichiers liés dans le modèle électrique, 13% des fichiers liés dans le modèle PI (Protection Incendie) ne sont pas épinglés.

3. Conformité

- La dénomination des niveaux doit être uniforme et correspondre à un standard ==> cette vérification est faite pour vérifier l'uniformité des noms des niveaux.

Name	Building Story	Elevation
NIVEAU SS	<input checked="" type="checkbox"/>	9105
NIVEAU SS1.	<input checked="" type="checkbox"/>	9105
NIVEAU 1 (REZ-DE-CHAUSSEE)	<input checked="" type="checkbox"/>	13650
NIVEAU 1 - RDC	<input checked="" type="checkbox"/>	13650
NIVEAU MEZZANINE	<input checked="" type="checkbox"/>	16650
DESSUS ALCOVES ET MUR RIDEAU	<input checked="" type="checkbox"/>	17000
NIVEAU 2	<input checked="" type="checkbox"/>	19650
NIVEAU 2.	<input checked="" type="checkbox"/>	19650
NIVEAU 3	<input checked="" type="checkbox"/>	23950
NIVEAU 3.	<input checked="" type="checkbox"/>	23950
NIVEAU 4	<input checked="" type="checkbox"/>	28250
NIVEAU 4.	<input checked="" type="checkbox"/>	28250
NIVEAU 5	<input checked="" type="checkbox"/>	32550
NIVEAU 5.	<input checked="" type="checkbox"/>	32550
NIVEAU APPENTIS	<input checked="" type="checkbox"/>	36850
NIVEAU APPENTIS	<input checked="" type="checkbox"/>	36850
PARAPET APPENTIS.	<input checked="" type="checkbox"/>	37350
MURET APPENTIS	<input checked="" type="checkbox"/>	37450
NIVEAU TOIT	<input checked="" type="checkbox"/>	43050
NIVEAU TOIT.	<input checked="" type="checkbox"/>	43050
PARAPET TOIT	<input checked="" type="checkbox"/>	43550
PARAPET TOIT.	<input checked="" type="checkbox"/>	43550

Figure-A I-3: La dénomination des niveaux doit être uniforme et correspondre à un standard



Graphe-A I-4: La dénomination des niveaux doit être uniforme et correspondre à un standard

- À la suite de la vérification des modèles Revit, on a trouvé que 23% de la dénomination des niveaux dans le modèle architecture, 33% de la dénomination des niveaux dans le modèle MEP (Mécanique, Électrique et Plomberie), 33% de la dénomination des niveaux dans le modèle électrique ne sont pas uniformes et ne correspondent pas à un standard.
- Les noms des pièces et des espaces doivent être cohérents et conforme à une norme ==> cette vérification est faite pour vérifier l'uniformité des noms des pièces et des espaces. Il a été constaté qu'il n'y avait pas de norme proposée pour les noms de pièces.

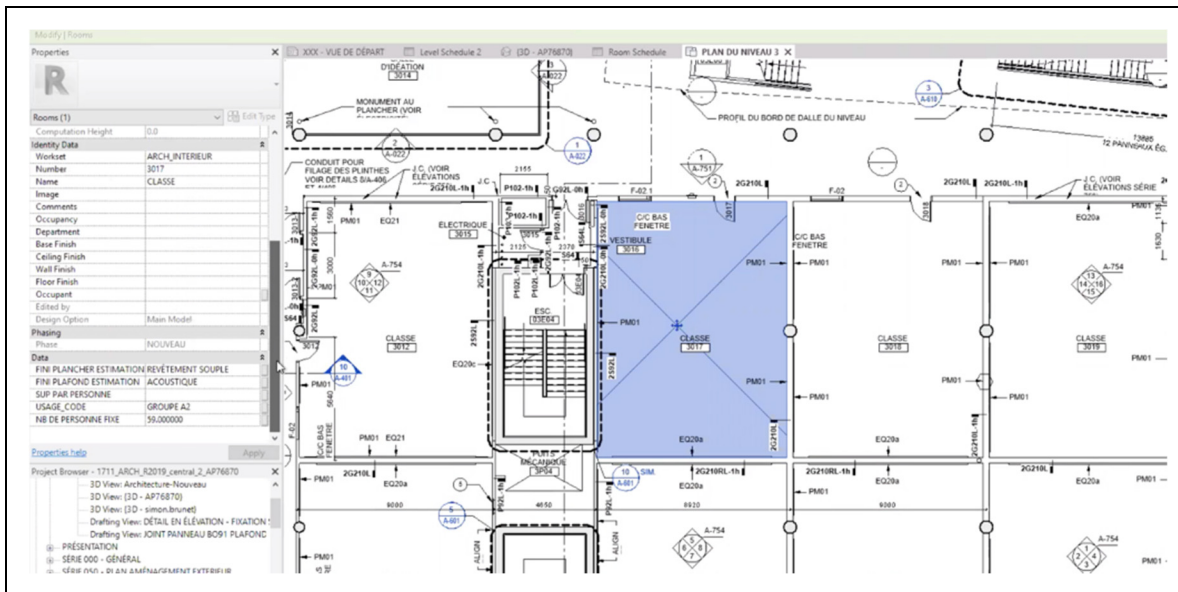
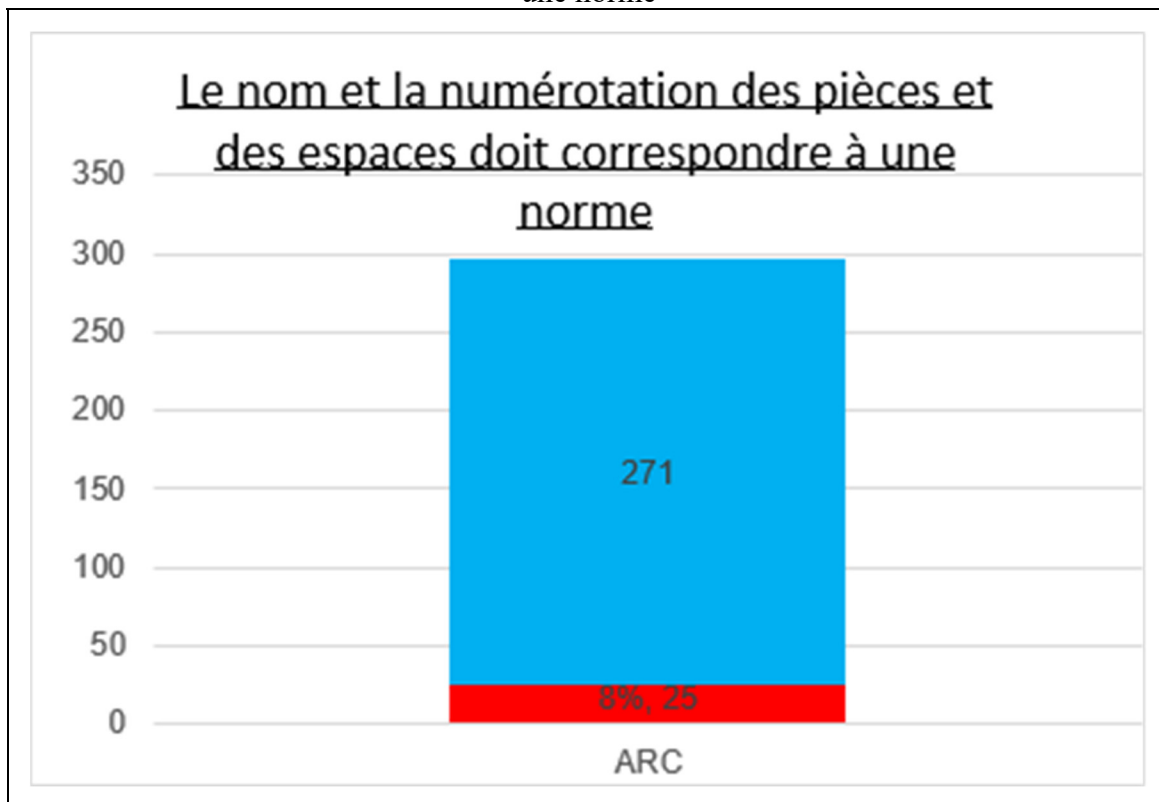


Figure-A I-4: Le nom et la numérotation des pièces et des espaces doivent correspondre à une norme



Graph-A I-5: Le nom et la numérotation des pièces et des espaces doivent correspondre à une norme

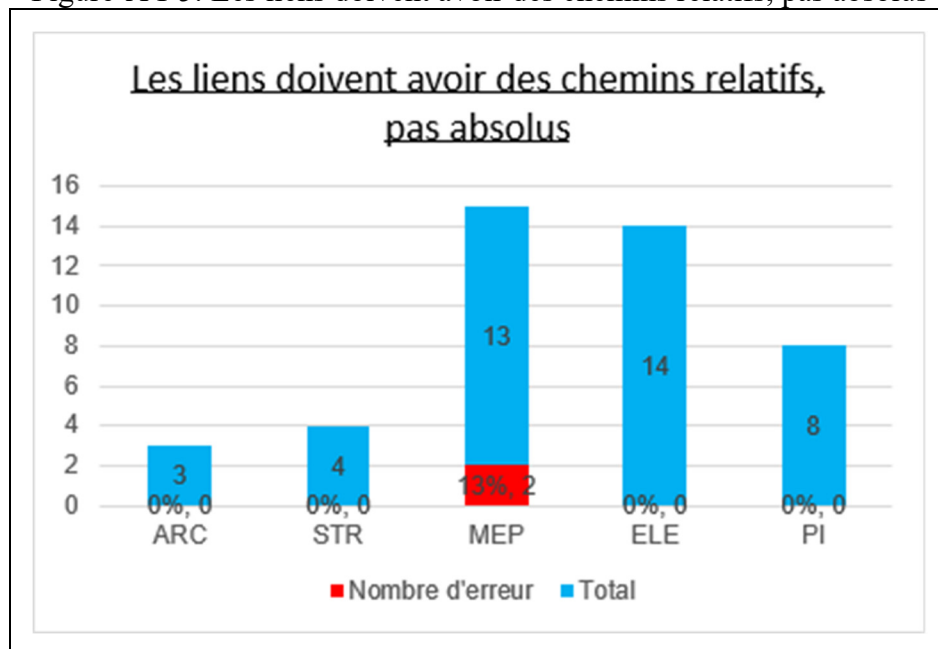
- À la suite de la vérification des modèles Revit, la majorité d'entre elles suivent une structure uniforme, sauf les 8% des noms et des numérotations des pièces et des espaces dans le modèle architecture comportent des erreurs de frappe

4. Clarté

- Dans la mesure du possible, tous les liens doivent avoir des chemins relatifs, pas des chemins absolus ==> cette vérification est faite pour garder les liens entre les modèles dans le cas de déplacement des fichiers.

Link Name	Status	Reference Type	Positions Not Saved	Saved Path	Path Type	Local Alias
1711_SITE_R2017.rvt	Not Loaded	Overlay	<input type="checkbox"/>	P:\projets\1711 - E.T.S Nou	Relative	
2961-000-00_MEP_2019_G-	Loaded	Overlay	<input type="checkbox"/>	2961-000-00_MEP_2019_G-	Relative	
170513_STR_ETS Pavillon p	Loaded	Overlay	<input type="checkbox"/>	170513_STR_ETS Pavillon	Relative	

Figure-A I-5: Les liens doivent avoir des chemins relatifs, pas absolus

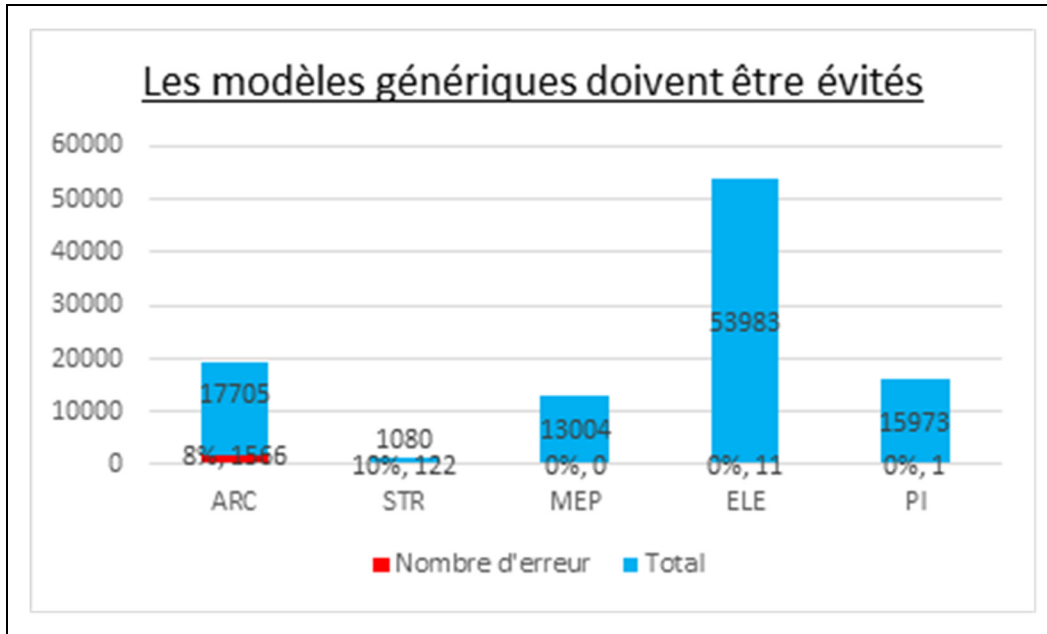


Graphe-A I-6: Les liens doivent avoir des chemins relatifs, pas absolus

- À la suite de la vérification des modèles Revit, on a trouvé que 13% des liens dans le modèle MEP (Mécanique, Électrique et Plomberie) ont des chemins absolus.

5. Pertinence

- Les modèles génériques doivent être évités ==> cette vérification est faite pour alléger les modèles.



Graphe-A I-7: Les liens doivent avoir des chemins relatifs, pas absolus

- À la suite de la vérification des modèles Revit, on a trouvé que 8% dans le modèle architecture et 10% dans le modèle structure de modèles génériques ne sont pas supprimés.
- Les sous-projets doivent être supprimés ==> cette vérification est faite pour alléger les modèles.

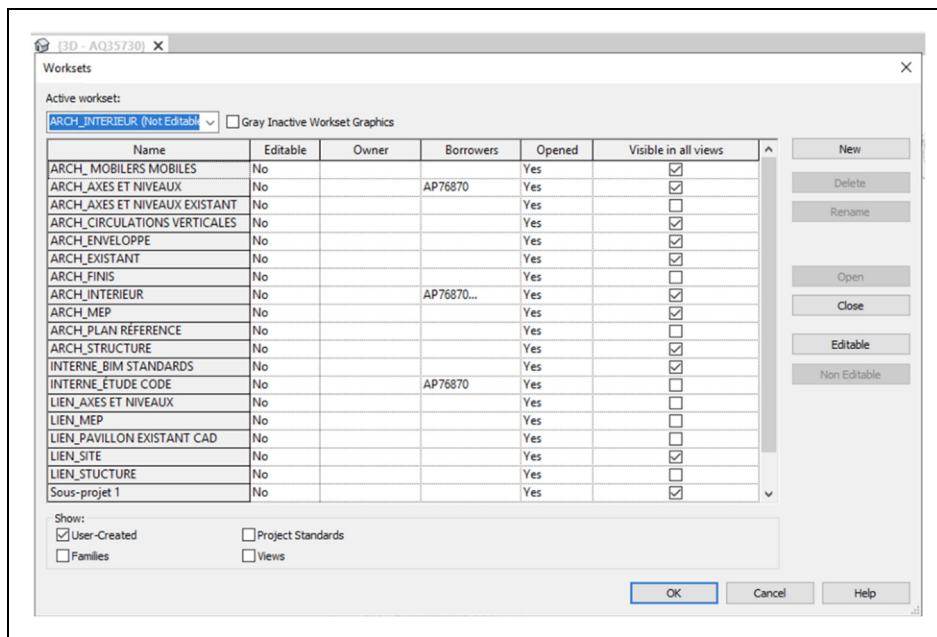
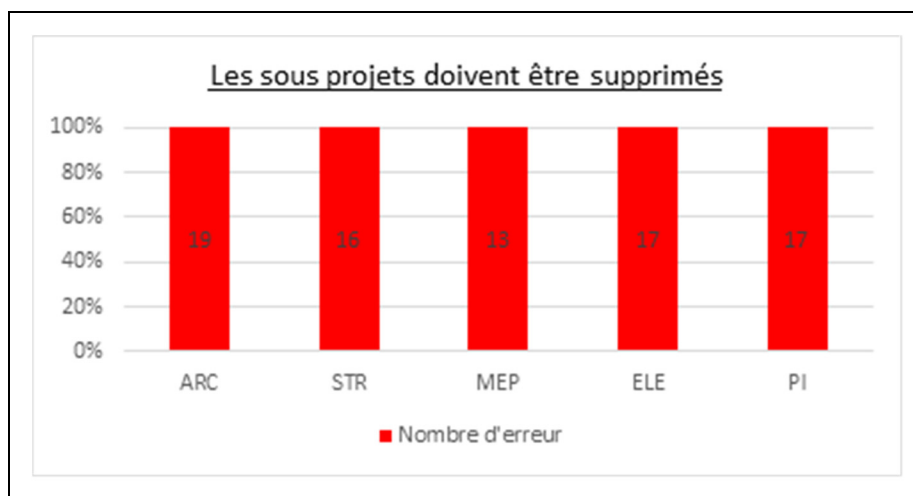


Figure-A I-6: Les sous-projets doivent être supprimés



Graphe-A I-8: Les sous-projets doivent être supprimés

- À la suite de la vérification des modèles Revit, on a trouvé que 100% des sous projets dans tous les modèles de ne sont pas supprimés.

ANNEXE II

Liste de vérification

Tableau-A II-1: La liste de vérification des modèles Revit

Dimension	Objets	Criticité	Article
Exhaustivité	Actifs	***	Tous les actifs requis doivent être inclus dans le modèle
		***	Toutes les propriétés d'actifs requises doivent être créées et remplies
		**	Tous les actifs doivent avoir le LOD correct
	Espaces	***	Il ne doit pas y avoir d'espace manquante (toits, escaliers extérieurs, stationnement)
		*	Des surfaces sont définies en plus des pièces pour le regroupement par fonction
		*	Des zones doivent être créées
		**	Les pièces doivent avoir des finitions en plus des matériaux
		*	Chaque espace doit être affecté à au moins une zone
	Systèmes	*	Il ne doit y avoir aucun composant mécanique n'appartenant pas un à système
	Bâtiment	**	Les modèles livrés doivent être complets, incluant : plans, nomenclatures, diagrammes et données de toutes les disciplines
Justesse	Actifs	**	Les sols doivent être correctement définis et ne doivent pas exister en tant que plafonds
		*	Les plafonds ne doivent pas être coupés par une pièce
		***	Toutes les propriétés des actifs doivent être remplies avec une valeur correspondant aux exigences du projet
		**	Les plafonds ne doivent pas avoir la délimitation de pièce activée pour permettre une bonne définition de la hauteur de pièce
		***	Les équipements mécaniques doivent avoir une relation avec l'espace où ils se trouvent
		***	Les éléments architecturaux doivent avoir une relation avec la pièce où ils se trouvent
	Espaces	*	Il ne doit pas y avoir de pièce définie sur le toit
		***	La pièce / l'espace doit être dans une région correctement fermée / délimitée
		**	Le volume de la pièce doit s'étendre du plancher jusqu'au plafond
		**	Le volume de l'espace doit aller du plancher jusqu'à la dalle supérieure
		***	Toutes les propriétés de l'espace doivent être remplies avec une valeur correspondant aux exigences du projet
	Systèmes	*	Il ne doit y avoir aucune déconnexion dans les systèmes
	Bâtiment	***	Le modèle doit être géolocalisé
Uniformité	Actifs	***	Il ne doit pas y avoir d'objets en double
		***	Il ne doit pas y avoir de propriétés en double
		**	Les actifs doivent être situés dans une et une seule pièce / espace
	Espaces	**	Il ne doit pas y avoir plusieurs pièces / espaces dans la même région fermée
		***	Un nom et une numérotation uniques doivent être utilisés pour les pièces du bâtiment
	Systèmes	***	Un nom et une numérotation uniques doivent être utilisés pour la définition des systèmes
	Bâtiment	***	Les modèles d'architecture, de structure et mécaniques doivent correspondre et être alignés
		***	Les fichiers liés doivent être épinglés en place

		**	Les modèles sont organisés dans une structure de répertoires standardisée et cohérente
Conformité	Actifs	***	Les noms de famille doivent suivre une norme
		***	Les noms de type doivent suivre une norme
		***	Les actifs doivent être classés selon un schéma de classification standard
		**	Des unités cohérentes doivent être utilisées pour les propriétés des actifs
	Espaces	***	Toutes les pièces / tous les espaces doivent être hébergés au niveau où ils contribuent à la superficie du bâtiment
		***	La dénomination des sols et des niveaux doit être cohérente et conforme à une norme
		***	Les noms des pièces et des espaces doivent être cohérents et conformes à une norme
		**	Les noms et numéros d'espaces doivent correspondre à la pièce correspondante
		***	Les pièces et les espaces doivent être classés selon un schéma de classification standard
		**	La méthode de calcul de la superficie doit suivre une norme
	Systèmes	***	Les noms de système doivent être cohérents et conformes à une norme
	Bâtiment	***	Les noms de fichiers doivent suivre une norme
	Dessins	***	Les noms des vues et des feuilles doivent être cohérents et conformes à une norme
	Annotations	**	Toutes les annotations doivent être cohérentes et conformes à une norme
Clarté	Actifs	**	Il ne doit y avoir aucun objet caché ou filtré dans aucune vue
		*	Chaque objet doit être modélisé dans la phase appropriée
		***	Les actifs doivent être placés uniquement dans leurs modèles associés
		**	Les URL ne doivent être utilisées que lorsqu'il n'y a aucun moyen de rendre le contenu local
		**	Le nom et les valeurs des propriétés des actifs doivent être compréhensibles
	Espaces	**	Les espaces doivent être visibles et étiquetés dans toutes les vues en plan
		**	Le nom et les valeurs des propriétés des espaces doivent être compréhensibles
	Systèmes	*	Des vues système montrant les composants inclus et leurs relations doivent exister dans le modèle
	Bâtiment	**	Les modèles BIM-FM doivent être livrés autonomes avec plusieurs modèles combinés
		*	Des détails sur la version compatible des applications de visualisation et d'édition doivent être fournis par modèle
		*	L'imbrication de référence doit être évitée
		**	Dans la mesure du possible, tous les liens doivent avoir des chemins relatifs, pas des chemins absolus
		**	Si possible, les modèles liés pertinents à de fins FM doivent être fusionnés dans un fichier à la fin du processus de purge
Pertinence	Actifs	*	Tous les modèles génériques inutiles doivent être supprimés les modèles génériques doivent être évités dans l'ensemble
		*	Toutes les familles in situ inutiles doivent être supprimées. Les familles in situ doivent être évitées dans l'ensemble.
		**	Tous les objets inutilisés doivent être purgés et retirés
		*	Tous les volumes inutiles doivent être supprimés. Globalement, les volumes doivent être évités.
		*	Tous les composants de détail inutiles doivent être supprimés
		**	Tous les groupes utilisés pour modéliser le bâtiment doivent être dissociés
		**	Les valeurs d'identification des actifs (par exemple, marque, étiquette) doivent être uniques
		***	Il ne doit pas y avoir plusieurs niveaux à la même élévation
	Espaces	**	Les niveaux ne correspondant pas à des étages doivent être supprimés

		*	Supprimer les schémas d'espace superflus, spécifiquement liés à la structure, l'installation, l'assemblage ou la construction
	Bâtiment	*	Les définitions de zone doivent être supprimées du modèle
		*	Les variantes de conception doivent être supprimées du modèle
		*	Les sous-projets doivent être supprimés
		*	Conserver une seule organisation de l'arborescence pour les vues, les feuilles et les planifications ("all")
		*	Tous les fichiers liés non transmis (CAD / Revit / SketchUp) doivent être supprimés du modèle
		**	Les modèles doivent être purgés plusieurs fois avant de les partager
		**	Le nombre d'avertissements doit être réduit à zéro
	Annotations	*	Toutes les annotations inutiles doivent être supprimées, spécifiquement liées à la structure, l'installation, l'assemblage ou la construction
		*	Les informations sur les révisions doivent être purgées du modèle. Les révisions ne peuvent pas être supprimées, mais elles doivent être «non publiées».
		*	Tous les styles de ligne non requis doivent être supprimés, spécifiquement liés à la structure, l'installation, l'assemblage ou la construction
		*	Toutes les légendes non requises doivent être supprimées, spécifiquement liées à la structure, l'installation, l'assemblage ou la construction
	Dessins	*	Les nomenclatures inutiles devraient être supprimées, en particulier en ce qui concerne la structure, l'installation, l'assemblage ou la construction
		*	Supprimer les feuilles inutiles
		*	Supprimer les gabarits de vue inutiles, spécifiquement liés à la structure, l'installation, l'assemblage ou la construction
		*	Supprimer toutes les vues qui ne figurent sur aucune feuille (il peut s'agir de vues en plan, en coupe, en élévation, en détail, en test, en cours et de dessin)
		*	Toutes les images inutiles doivent être supprimées

ANNEXE III

Liste des espaces critiques

Tableau-A III-1: La liste des espaces critiques

OmniClass	Description	Attribut (Unicité, Accessibilité, Inertie)	Groupes d'attributs												Définition
			Base Objet	General Building Information	Building Construction	Composition of each space	Information on the composition of the space	Planning							
								Flooring	Walls	Ceiling	Lighting	Door	Environment		
			Object de base	Information générale sur le bâtiment	Composition du bâtiment	Composition des espaces spécifiques	Information sur les relations entre les espaces	Plancher	Murs	Plafond	Éclairage	Porte	Environnement		
13-15 00 00	Espaces muraux														
13-15 11 00	Espace mural extérieur	1	x						x					L'espace d'un mur qui divise / sépare les espaces intérieurs des espaces extérieurs. Le mur peut être structural ou non structural	
13-15 13 00	Espace mural intérieur	1	x						x					L'espace d'un mur qui divise / sépare uniquement les espaces intérieurs. Le mur peut être structural ou non structural	
13-21 00 00	Aire de stationnement														
13-21 11 00	Espaces de stationnement extérieurs	2	x								x			Zone extérieure utilisée pour le stockage temporaire des véhicules à moteur, à l'exclusion des quais de chargement, des ports de sortie des zones de service des bâtiments telles que les halles auxiliaires fermées utilisés pour entrer dans un bâtiment à partir des aires de stationnement.	
13-21 13 00	Espaces de stationnement intérieurs	1	x			x	x	x	x	x	x	x		Espace totalement ou partiellement clos qui est normalement utilisé pour la circulation et le stationnement des véhicules.	
13-23 00 00	Espaces de circulation verticale														
13-23 11 11 11	Cage d'ascenseur (vide technique)	1	x			x			x		x			Un espace clos s'étendant à travers un ou plusieurs étages d'un bâtiment reliant des ouvertures verticales dans des étages ou des étages successifs et le toit utilisé pour enfermer un ascenseur.	
13-23 11 11	Ascenseur	1	x			x		x	x	x	x	x		Dispositif pour le déplacement vertical des personnes à différents étages ou niveaux dans un bâtiment	
13-23 15 00	Monte-charge	1	x			x		x	x	x	x	x		Dispositif pour le transport vertical de marchandises à différents étages ou niveaux dans un bâtiment	
13-23 11 11 21	Escalier mécanique	1	x			x		x				x		Ensemble de marches mobiles attachées à une courroie à circulation continue qui transporte les personnes d'un niveau à l'autre d'un bâtiment.	
13-23 11 13 11	Escalier de sortie ou d'évacuation	1	x			x		x			x			Un escalier qui fait partie d'une sortie ou mène à une sortie.	
13-23 11 17	Rampe d'accès	1	x			x		x			x			Une surface de marche dont la pente de course est supérieure à 1 unité verticale sur 20 unités horizontales (pente de 5%). (BIC)	
13-25 00 00	Espaces de circulation horizontal														
13-25 11 11	Corridor	1	x			x		x	x	x	x	x	x	Un composant d'accès de sortie fermé qui définit et fournit un chemin de sortie vers une sortie.	
13-25 13 13	Hall d'entrée	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un grand hall d'entrée qui sert de foyer	
13-23 23 00	Service de soutien (travailleur / étudiant)														
	Réception des marchandises	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace de réception des marchandises	
13-55 29 17	Salle du courrier	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace de tri et de distribution du courrier, y compris les armoires de courrier à distance aux étages.	
13-59 17 00	Service de reprographie centrale	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace pour la reproduction et la distribution de documents.	
13-55 29 23 11	Espace de réception (événementiel)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace destiné à l'organisation des événements	

13-59 00 00	Services Généraux													
13-23 17 00	Service sanitaire public / handicapé (Toilette)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace avec sanitaires et sanitaires.
13-23 23 13	Service d'entretien ménager (Conciergerie)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Pièce qui contient des éviers ou des lavabos à vadrouille et est utilisée par les services de garde pour CUST. leurs activités connexes.
13-23 13 13	Bureau de la sécurité / Centre des incendies	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Kiosque ou pièce à l'intérieur de la ligne de bâtiment servant à abriter la sécurité du bâtiment ou du locataire.
	Infirmierie	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Une pièce réservé aux premiers soins
13-59 00 00	Services d'entretien du bâtiment													
13-59 21 00	Atelier d'entretien	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace où les articles sont corrigés pour les défauts
13-63 13 11	Entreposage du matériel d'entretien	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Pièce utilisée pour stocker des équipements ou des matériaux et des servant plusieurs catégories d'utilisation de pièce, unités organisationnelles ou bâtiments.
13-51 67 31	Salle Mécanique et/ou électricité	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Une salle désignée contenant du matériel de mécaniques et électromécaniques
13-23 23 29	Vides techniques / Puits mécanique	1	x			x	x							Une chambre horizontale destinée à contenir de l'air, du gaz ou du liquide à pression positive
13-23 12 00	Espaces dos	1	x			x	x							L'espace est uniquement utilisé pour accueillir la distribution horizontale de l'infrastructure pour le CVC, l'électricité et les communications. Dans l'espace interstitiel, le suivi de la distribution horizontale est facultatif. En général, la distribution finale telle que les circuits électriques dans une zone de bureau ne sont pas suivies.
13-23 21 00	Espaces de déchets et de recyclage	1	x			x	x	x	x	x	x	x		Espace utilisé pour contenir les déchets et les matières recyclables.
13-23 21 11	Stockage des produits dangereux	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Une zone utilisée pour le stockage de produits chimiques ou de substances qui présentent un risque physique ou pour la santé et qui sont en état de déchet.
13-23 19 31	Salle de télécommunication (switch internet)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Une salle désignée contenant du matériel de télécommunications.
13-31 00 00	Espaces d'éducation et de formation													Espace utilisé pour l'éducation.
13-31 13 15	Salles d'enseignement	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Une salle dans laquelle des activités d'enseignement ou d'apprentissage peuvent avoir lieu
13-55 29 21 19	Salle de vidéoconférence	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Salles d'équipement audio / visuel associées aux salles de conférence.
13-31 17 11	Salle informatique	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	L'espace qui contient de nombreux ordinateurs en réseau
13-31 15 11	Laboratoires d'enseignement	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace éducatif qui fournit des conditions contrôlées dans lesquelles la recherche scientifique, les expériences et les mesures peuvent être effectuées à des fins d'enseignement.
13-31 15 13	Laboratoires de recherche	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace utilisé pour l'expérimentation en laboratoire, la recherche ou la formation aux méthodes de recherche, recherche et observation professionnelles, ou une activité créative structurée au sein d'un programme spécifique ou pour une recherche sponsorisée.
13-33 15 33	Auditorium et salles des arts du spectacle	1	x					x	x	x	x	x	x	Une installation qui fournit un espace pour l'administration, un studio de dessin et d'art, un stockage, une chambre noire pour photos, une zone de vente audio / photo, des zones séparées pour l'artisanat et les arts individuels et une zone de four pour la céramique.
13-33 00 00	Espaces de loisirs													
13-33 11 00	Espaces dédiés aux sports intérieurs	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espaces pour participer à des activités sportives et sportives.
13-33 11 15 43	Salle d'entraînement	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espaces pour les exercices et les activités de fitness.
13-63 13 17	Vestiaire	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Pièce contenant des casiers ou de petites armoires verrouillables ou des compartiments dans lesquels les gens mettent leurs biens en sécurité

13-41 0000	Espaces de musée													
13-63 1100	Espace d'entreposage	2	x			x		x	x	x	x	x	x	Espace spécialement conçu pour le stockage des matières premières, des matières premières ou des produits finis.
13-37 13 13	Salle d'exposition	2	x			x		x	x	x	x	x	x	Un espace pour une exposition publique ou une exposition d'objets d'intérêt.
13-45 0000	Espaces de bibliothèque													
13-63 19 21	Espace de rayonnage	1	x			x		x	x	x	x	x	x	Espace pour le stockage des documents imprimés, avec des rayonnages spécialisés et des contrôles environnementaux adaptés à cette tâche.
	Salle de lecture ou de consultation	1	x			x		x	x	x	x	x	x	
13-55 0000	Espace de service à la clientèle	1	x			x		x	x	x	x	x	x	Espaces où les clients ou clients consultent, échantillonnent, adhèrent et retournent des produits ou où des activités commerciales, administratives ou professionnelles sont menées
13-63 13 11	Espace d'entreposage	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Pièce utilisée pour stocker des équipements ou des matériaux et desservant plusieurs catégories d'utilisation de pièce, unités organisationnelles ou bâtiments.
13-47 1100	Espaces de culte*													Espaces pour mener des activités de culte, telles que la prière, les cérémonies ou célébrations religieuses ou spirituelles, ou la méditation.
13-47 11 11	Espace de recueillement	2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace prévu pour obtenir un état de relaxation ou de conscience plus profond.
13-55 1100	Espaces administratifs et bureaux													Espace dans lequel sont exercées des activités commerciales, de bureau ou professionnelles.
13-55 11 13	Personnel de direction	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace clos utilisé comme un poste de travail occupé par une personne en particulier sur une base continue.
13-55 11 13	Personnel enseignant	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace clos utilisé comme un poste de travail occupé par une personne en particulier sur une base continue.
13-55 11 15	Personnel de recherche	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace clos utilisé comme un ou plusieurs postes de travail par diverses personnes
13-55 11 15	Personnel technique	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace clos utilisé comme un ou plusieurs postes de travail par diverses personnes
13-55 11 19	Personnel de secrétariat	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace non clos utilisé comme un ou plusieurs postes de travail par diverses personnes.
13-55 11 13	Personnel professionnel	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace clos utilisé comme un poste de travail occupé par une personne en particulier sur une base continue.
13-55 11 15	Étudiants diplômés	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace clos utilisé comme un ou plusieurs postes de travail par diverses personnes
13-55 29 21	Salle de réunion (conférence)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace spécialement conçu pour permettre à des groupes de personnes d'interagir occasionnellement avec des sièges appropriés et d'autres équipements pour soutenir cette activité.
13-55 11 13	Salle d'entrevue et de tests	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Un espace clos utilisé comme un poste de travail occupé par une personne en particulier sur une base continue.
13-55 11 23	Salle de classement (dépôt)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace réservé au stockage du matériel utilisé par une zone, un groupe de personnes ou un service.
13-59 1700	Aire de photocopie	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace pour la reproduction et la distribution de documents.
13-55 29 23	Salle de réception ou d'attente (Accueil)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Space with seating where people wait prior to entering another space or receiving service.

13-57 00 00	Espaces services externe													
13-57 13 00	Service alimentaire - Cuisine	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace utilisé pour la préparation et le service de la nourriture ou pour fournir des sièges pour les repas.
13-57 13 00	Service alimentaire - Lieux d'entreposage des aliments	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace utilisé pour la préparation et le service de la nourriture ou pour fournir des sièges pour les repas.
13-57 13 00	Service alimentaire - Lieux de consommation	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace utilisé pour la préparation et le service de la nourriture ou pour fournir des sièges pour les repas.
13-67 00 00	Espace locatif divers	2	x			x		x	x	x	x	x	x	Espace utilisé pour accueillir les employés pendant la journée de travail mais qui ne fait pas partie du portefeuille immobilier de l'établissement.
13-57 15 00	Espaces de garde d'enfants (Garderie)	1	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Des espaces conçus pour la garde d'un jeune enfant ou d'enfants
13-65 00 00	Espaces résidentiels privés													Espace utilisé pour loger les personnes qui ne sont pas au travail. Le logement offre des installations pour dormir et se détendre et généralement cuisiner, manger et nettoyer.
13-65 19 00	Appartement - (Chambre / Cuisine / Toilette / Salon)	2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Une chambre privée où les gens dorment pour la nuit.
13-55 11 11	Locaux Administratif des résidences	2	x			x		x	x	x	x	x	x	Un espace qui dessert directement un bureau ou un groupe de bureaux en prolongement des activités de ces espaces.
13-57 21 00	Buanderie et lingerie	2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	Espace qui fournit des opérations de blanchisserie et / ou de nettoyage à sec à grande échelle, ou de l'équipement de blanchisserie personnelle à pièces.
	Salle de séjour	2	x			x	x	x	x	x	x	x	x	
13-69 00 00	Création d'espaces associés													
13-69 11 00	Toit	1	x				x							Une construction orientée à plus de 15° de la verticale qui entoure l'intérieur d'un bâtiment en dessous de l'extérieur au-dessus, offrant une protection contre les éléments appropriés à l'occupation et au climat local.
13-33 15 11	Parc Extérieur	2	x											Une parcelle de terrain conservée dans son état naturel, autour ou adjacente à une résidence.
13-69 25 00	Espaces de déplacement pour piétons	2	x											Des espaces pour les déplacements des personnes à pied.

Légende	
Priorité	
haute	1
moyenne	2
basse	3

ANNEXE IV

Liste des attributs des espaces

Tableau-A IV-1: La liste des attributs des espaces

Groupes prioritaires (Revit)	Propriétés	Priorité des attributs (1= haute, 2 = moyenne, 3= basse)	Responsable de la saisie des données (DSGN= concepteur, SSTR= sous-traitant, SGA)
Objet de base	Nom	1	DSGN/SS TR
	Catégorie OminClass	1	DSGN/SS TR
	Emplacement (pièce, étage)	1	DSGN/SS TR
	La description	1	DSGN/SS TR
	Date d'installation	1	DSGN/SS TR
	Adresse	1	SGA
	Adresse de livraison	1	SGA
	Ville	1	SGA
	Pays	1	SGA
	Code postal	1	SGA
Information générale sur le bâtiment (revit : information sur le projet)	Code de l'emplacement MFCs	1	SGA
	Valeur du bâtiment MFCs	1	SGA
	Superficie brute du bâtiment	1	DSGN/SS TR
	Superficie brute totale	1	DSGN/SS TR
Composition du bâtiment (Pas un groupe Revit, voir le tableau d'at- tributs à faire)	Superficie brute par étage	1	DSGN/SS TR
	Nombre d'étage	1	DSGN/SS TR
Composition de chaque espace (Pièce)	Nom-Description du local (Pièce)	1	DSGN/SS TR
	Nom de l'unité	1	SGA
	Nom de l'étage (Niveau)	1	DSGN/SS TR
	Nom de la local (Niveau)	1	DSGN/SS TR
	N° de l'édifice MFCs	1	DSGN/SS TR
	Prototypes d'entretien SGA	1	DSGN/SS TR
	Type de chauffage 1 (Source Énergie)	1	DSGN/SS TR
	Type de chauffage 2 (Source Énergie)	1	DSGN/SS TR
	Type de ventilation	1	DSGN/SS TR
	Superficie nette (surface)	1	DSGN/SS TR
	Mur (mur non-fait)	1	DSGN/SS TR
	Plancher	1	DSGN/SS TR
	Taux d'occupation (Unité d'occupation)	1	DSGN/SS TR
	Taux d'utilisation MFCs	1	SGA
	Catégorie d'espace MFCs	1	DSGN/SS TR
	Date de création MFCs	1	DSGN/SS TR
	Remarque / commentaire	1	DSGN/SS TR
	Remarque	1	DSGN/SS TR
	Intégration	1	DSGN/SS TR
	Intégration	1	DSGN/SS TR
	Intégration/Note	1	DSGN/SS TR
Information sur le contenu du local (Équipement)	Équipement (Description) et accessoires	1	DSGN/SS TR
	Tableau d'extension		
	Modèle		
	Type d'équipement	1	DSGN/SS TR
Plancher (sol)	Code du produit	1	DSGN/SS TR
	Protection contre l'incendie	1	DSGN/SS TR
	Capacité de charge	1	DSGN/SS TR
	Évaluation d'explosion	1	DSGN/SS TR
	Fabricant revêtement	1	DSGN/SS TR
	Produit de préparation du sol	1	DSGN/SS TR
	Fabricant produit préparation	1	DSGN/SS TR
	Enduit utilisé pour revêtement	1	DSGN/SS TR
	Fabricant enduit	1	DSGN/SS TR
Murs (incluant, mur extérieur, fondation, cloisons)	Code du produit = marque de type	1	DSGN/SS TR
	Matériau	1	DSGN/SS TR
	Fabricant	1	DSGN/SS TR
	Épaisseur du mur	1	DSGN/SS TR
	Protection contre l'incendie	1	DSGN/SS TR
	ITS (indicateur de transmission sonore)	1	DSGN/SS TR
Plafond	Isolation du mur	1	DSGN/SS TR
	Code du produit = Description		

ANNEXE V

COBA Annexe : _Chargement initial Université (Fiche B.4)

Annexe

B

Importation initiale de données (Université)

Vous verrez dans ce chapitre comment créer des fichiers d'importation et comment convertir ces fichiers. Cette importation est facultative.

B.1	Préparation des fichiers d'importation
B.2	Tables de validation
B.3	Tables du module immeubles et espaces
B.4	Importation des données
B.5	Statut de propriété Code de territoire
B.6	Importation des fichiers d'échange

Préparation des fichiers d'importation

Fiche B.1

Avant d'activer le logiciel d'importation des données, vous devez au préalable préparer vos données. Vous verrez ici comment procéder.

1. Charger les tables fournies par le ministère de l'Éducation.

Consulter la **fiche B.6**

2. Créez un répertoire et nommez-le ASCII

Ce répertoire contiendra tous les fichiers que vous aurez préparés pour l'importation de vos données.

3. Installez votre répertoire de la façon suivante :

[lecteur] :\Coba\Données\ASCII

Deux types d'importation sont offerts :

1. Enregistrement à longueur fixe
L'ordre des champs ainsi que la position et la longueur de chaque champ doivent être respectés selon les spécifications de ce document.
2. Enregistrement à longueur variable utilisant les délimiteurs ('TAB' : ';' : '@' : '~')
Sous ce mode l'ordre des champs n'a pas d'importance, car vous pouvez, avec la nouvelle interface, changer l'ordre des champs de votre fichier d'entrée afin qu'il respecte l'ordre des champs décrit dans ce document.
La longueur de chaque champ doit avoir été respectée.

Préparation des fichiers d'importation

Fiche B.1

Pour la construction de vos fichiers, il est très important de respecter le type de chacun des champs.

Les types attendus :

X	Caractères alphanumériques (incluant les lettres minuscules et les caractères accentués)
A	Caractères alphabétiques (incluant les lettres minuscules et les caractères accentués)
D	Date sous le format année JJ/MM/AAAA
N	Caractères numériques (note : le caractère virgule est utilisé comme délimiteur pour les décimales)

Exemples :

Longueur	Décimales	Entrée	Sortie
08	04	625	625,0000
03		3	3
14	02	1250,7	1250,70

S	Caractères numériques signés (note : le caractère virgule est utilisé comme délimiteur pour les décimales)
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Exemples :

Longueur	Décimales	Entrée	Sortie
08	04	625	625,0000
03		-3	-3
07	02	1250,7	1250,70

14	02	-1250,75	-1250,75
----	----	----------	----------

Il est très important de respecter les remarques accompagnantes chacun des champs.

Le champ imprimé en gras correspond à la clé de la table de destination.

Tables de validation

Fiche B.2

Dans cette fiche vous verrez comment préparer les fichiers pour l'importation des tables suivantes :

1. Prototypes d'entretien

2. Juridictions

3. Catégories d'espace

4. Établissements / sites

5. Zones

1. Prototypes d'entretien

Fichier d'entrée	ENTRETIE.PRN
Utilisation	Le fichier contient les prototypes d'entretien.
Préalable(s)	N/A
Table(s) de sortie	GESENT01 Prototypes d'entretien.
Structure du fichier d'entrée	

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Prototype d'entretien	X	01	05		Ce champ est obligatoire

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Description	X	06	50		
Actif	A	56	03		(OUI) ou (NON)

Tables de validation

Fiche B.2

2. Juridictions

Fichier d'entrée	JURIDICT.PRN
Utilisation	Le fichier contient les juridictions.
Préalable(s)	N/A
Table(s) de sortie	GESJUR01 Juridictions.
Structure du fichier d'entrée	

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Juridiction	X	01	04		Ce champ est obligatoire
Description	X	05	50		
No Local	X	55	10		
Responsable 1	X	65	40		
Fonction resp. 1	X	105	40		
Téléphone resp. 1	N	145	10		Ex. : 5146517969 (Pas de -)
Responsable 2	X	155	40		
Fonction resp. 2	X	195	40		
Téléphone resp. 2	N	235	10		Ex. : 5146517969 (Pas de -)
Unité / sous-unité MELS	X	245	04		
Actif	A	249	03		(OUI) ou (NON)
Rattachement	X	252	04		Si non présent, initialisé avec la juridiction

Tables de validation

Fiche B.2

3. Catégories d'espace

Fichier d'entrée	CATEGESP.PRN	
Utilisation	Le fichier contient les catégories d'espace.	
Préalable(s)	<div>- La conversion des prototypes d'entretien doit avoir été exécutée.</div> <div>- Vous devez avoir initialisé votre domaine dans les généralités du système.</div> <div>Voir à cet effet la fiche 2.1 du guide de l'utilisateur de Gestion des espaces</div>	
Table(s) de sortie	GESCAT01	Catégories d'espace.
Structure du fichier d'entrée		

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Catégorie d'espace	X	01	05		Ce champ est obligatoire.
Description	X	06	50		
Type de catégorie	X	56	09		(NETTE) ou (NON-NETTE) ou (VIDE) ou (NON-CATEG) Si non présent, initialisé avec la valeur 'NETTE'
Actif	A	65	03		(OUI) ou (NON).
Catégorie MELS	X	68	03		Valeur de la table des catégories MELS.
Prototype d'entretien	X	71	05		Valeur de la table des prototypes d'entretien.

Tables de validation

Fiche B.2

4. Établissements / sites

Fichier d'entrée	ETABLIS.PRN	
Utilisation	Le fichier contient les établissements / sites	
Préalable(s)	N/A	
Table(s) de sortie	GESSIT01	Établissement / sites.
Structure du fichier d'entrée		

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Code d'établissement	X	01	05		Ce champ est obligatoire
Nom d'établissement	X	06	50		
Type de site	A	56	01		P (Primaire) S (Secondaire) Si non présent, initialisé avec la valeur 'P'

Tables de validation

Fiche B.2

5. Zones

Fichier d'entrée	ZONES.PRN
Utilisation	Le fichier contient les zones
Préalable(s)	- La conversion des établissements / sites doit avoir été exécutée.
Table(s) de sortie	GESZON01 Zones.
Structure du fichier d'entrée	

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Code d'établissement	X	01	05		Ce champ est obligatoire
Code de zone	X	06	05		Ce champ est obligatoire
Nom de la zone	X	11	40		

Tables du module immeubles et espaces

Fiche B.3

Dans cette fiche vous verrez comment préparer les fichiers pour l'importation des tables suivantes :

- 1. Immeubles**
- 2. Composantes**
- 3. Ailes**
- 4. Étages**
- 5. Locaux**
- 6. Occupations**

Tables du module immeubles et espaces

Fiche B.3

1. Immeubles

Fichier d'entrée	IMMEUBLE.PRN	
Utilisation	Le fichier contient les immeubles.	
Préalable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - La conversion des établissements / sites doit avoir été exécutée. - La conversion des zones doit avoir été exécutée. - La table des territoires doit avoir été remplie. 	
Table(s) de sortie	GESIMM01	Immeubles.
	GESEMQ01	Édifice.
Structure du fichier d'entrée		

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Code immeuble	X	01	03		Ce champ est obligatoire
Code d'établissement	X	04	05		Ce champ est obligatoire Valeur de la table des établissements / sites.
Code de zone	X	09	05		Ce champ est obligatoire Valeur de la table des zones.
Nom de l'immeuble	X	14	50		
Édifice	X	64	03		Ce champ est obligatoire
Campus – Hors-Campus	X	67	01		1 (Campus) 2 (Hors-campus) Si non présent, initialisé avec la valeur '1'
Montant évaluation	N	68	14	02	
Année évaluation	N	82	04		

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
À déclarer	A	86	03		(OUI) ou (NON)
No civique	X	89	09		Ce champ est obligatoire
Adresse ligne 1	X	98	40		Ce champ est obligatoire
Adresse ligne 2	X	138	40		
Code postal	X	178	06		Ce champ est obligatoire
Code de territoire	X	184	03		Ce champ est obligatoire Reportez-vous à la fiche B.5

Tables du module immeubles et espaces

Fiche B.3

2. Composantes

Fichier d'entrée	COMPOSAN.PRN
Utilisation	Le fichier contient les composantes de l'immeuble.
Préalable(s)	- La conversion des immeubles doit avoir été exécutée.
Table(s) de sortie	GESIMM06 Composantes – Immeuble.
Structure du fichier d'entrée	

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Code immeuble	X	01	03		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des immeubles.
No Composante	X	04	02		Ce champ est obligatoire.
Description	X	06	50		
Date de construction	D	56	10		
Propriétaire, Locataire, Copropriétaire	X	66	03		Reportez-vous à la fiche B.5 Si non présent, initialisé avec la valeur 'P'
Date de prise de possession	D	69	10		
Date de financement	D	79	10		

Tables du module immeubles et espaces

Fiche B.3

3. Ailes

Fichier d'entrée	AILES.PRN
Utilisation	Le fichier contient les ailes.
Préalable(s)	- La conversion des immeubles doit avoir été exécutée.
Table(s) de sortie	GESIMM04 Ailes – Immeuble.
Structure du fichier d'entrée	

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Code immeuble	X	01	03		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des immeubles.
No aile	X	04	03		Ce champ est obligatoire.
Superficie au sol	N	07	14	2	Ce champ est obligatoire.

Tables du module immeubles et espaces

Fiche B.3

4. Étages

Fichier d'entrée	ETAGES.PRN	
Utilisation	Le fichier contient les étages.	
Préalable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - La conversion des immeubles doit avoir été exécutée. - La conversion des ailes doit avoir été exécutée. - La conversion des composantes doit avoir été exécutée. 	
Table(s) de sortie	GESIMM07	Étages – Immeuble.
Structure du fichier d'entrée		

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Code immeuble	X	01	03		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des immeubles.
No aile	X	04	03		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des ailes.
No étage	X	07	03		Ce champ est obligatoire.
No composante	X	10	02		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des composantes.
Superficie brute	N	12	14	2	
Date de livraison	D	26	10		

Tables du module immeubles et espaces

Fiche B.3

5. Locaux

Fichier d'entrée	LOCALS.PRN
Utilisation	Le fichier contient les locaux.
Préalable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - La conversion des immeubles doit avoir été exécutée. - La conversion des ailes doit avoir été exécutée. - La conversion des étages doit avoir été exécutée. - La conversion des composantes doit avoir été exécutée. - La conversion des prototypes d'entretien doit avoir été exécutée.
Table(s) de sortie	GESLOC01 Locaux.
Structure du fichier d'entrée	

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
No Local	X	01	10		Ce champ est obligatoire.
Code immeuble	X	11	03		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des immeubles.
No aile	X	14	03		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des ailes.
No étage	X	17	03		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des étages.
Superficie nette	N	20	14	2	
Volume	N	34	14	2	
Hauteur du local	N	48	10	2	
Capacité réelle	N	58	04		
Remarque	X	62	100		
No inventaire	X	162	10		Ce champ est obligatoire. Doit être unique.
Description	X	172	100		

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Actif	A	272	03		(OUI) ou (NON).
Date de mise à jour	D	275	10		
Prototype d'entretien	X	285	05		Valeur de la table des prototypes d'entretien.
Nombre de places autorisées	N	290	04		
Source d'énergie	X	294	03		Valeur de la table des sources d'énergie.
No du compteur	X	297	15		
Type de système	X	312	03		Valeur de la table des types de système.
Date effective des taux	D	315	10		
Taux d'utilisation	N	325	06	2	
Taux d'occupation	N	331	06	2	
No attribution	N	337	10		Valeur de la table des attributions
No composante	X	347	02		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des composantes.

Tables du module immeubles et espaces

Fiche B.3

6. Occupations

Fichier d'entrée	OCCUPATI.PRN
Utilisation	Le fichier contient les occupations.
Préalable(s)	<ul style="list-style-type: none"> - La conversion des locaux doit avoir été exécutée. - La conversion des catégories d'espace doit avoir été exécutée. - La conversion des juridictions doit avoir été exécutée. - La table des catégories MELS doit avoir été remplie. - La table des organismes doit avoir été remplie. - Vous devez avoir initialisé votre domaine dans les généralités du système.

Note : Le pourcentage d'occupation de toutes les juridictions d'un même local ne doit pas excéder 100 %.

Table(s) de sortie	GESLOC07	Occupations – Locaux.
Structure du fichier d'entrée		

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
No Local	X	01	10		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des locaux.
Catégorie d'espace	X	11	05		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des catégories d'espace.
Juridiction	X	16	04		Ce champ est obligatoire. Valeur de la table des juridictions.
Pourcentage d'occupation	N	20	03		Le pourcentage d'occupation de toutes les juridictions d'un

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
					même local ne doit pas excéder 100 %.
Catégorie MELS	X	23	05		Valeur de la table des catégories MELS.
Code d'organisme occupant	X	28	06		Valeur de la table des organismes.
Unité / sous-unité MELS	X	34	04		Valeur de la table des unité / sous-unité
Code d'organisme locateur (amont)	X	38	06		Valeur de la table des organismes.
Type de bail locateur (amont)	X	44	01		Valeurs permises Blanc (aucun) G (gracieux) C (commercial)
Code d'organisme locataire (aval)	X	45	06		Valeur de la table des organismes.
Type de bail locataire (aval)	X	51	01		Valeurs permises Blanc (aucun) G (gracieux) C (commercial)
Code organisme de la 1 ^{ère} université en tête de la chaîne de location	X	52	06		Valeur de la table des organismes.
Occupant	X	58	12		Valeur de la table des occupants.

Nom du champ	Type	Position	Longueur	Décimales	Remarque(s)
Sous-catégorie d'espace	X	70	02		Valeur de la table des sous-catégories d'espace.

B.1

Généralités

Tables Aide

Identification Paramètres du système Accès

Nom de l'institution COBA Logiciel de Gestion

Adresse 955 Rue rue Berger Bureau

Adresse suppl.

Ville 65005 Laval

Province Québec

Pays Canada

Code postal H7L 4Z6

Domaine Université

Site Internet

Organisme MEQ 977000

Administrateur Georges Hergé

Service Service des immeubles

Téléphone 1 - 450-651-7969

No de télécopieur 450-629-3586

2 - 450-334-8466

Adresse électronique support.espace@coba.net

OK Annuler

B.2

Importer - Gestion des espaces

Fichier

Type de fichier à importer Fichier à longueur fixe

Type de délimiteur :

Conserver les données déjà existantes ☒

Importation

Importation	Sélectionné
Établissements/sites	Non
Zones	Non
Juridictions	Non
Prototypes d'entretien	Non
Catégories d'espace	Non
Immeubles	Non
Composantes	Non
Ailes	Non

✓ ✗ ⚡

Définition

Champs COBA	Champs du fichier à importer
Code établissement	Colonne 1
Nom établissement	Colonne 2
Principale/secondaire	Colonne 3

Réinitialiser

Importer Quitter

Importation des données

Fiche B.4

Après avoir créé un répertoire ASCII et y avoir installé vos fichiers d'importation, vous pouvez maintenant procéder à l'importation de vos fichiers. Vous verrez ici comment procéder.

Veuillez vous assurer que le domaine inscrit dans les **Généralités du système** est bien initialisé avec la valeur **Université**. (Figure B.1)

1. Choisissez Gestion des espaces > Immeubles et espaces, menu Outils > Importation des données

La fenêtre suivante apparaît:

Figure B.2

2. Sélectionnez le type d'importation :

- **Fichier à longueur fixe**
ou
- **Fichier à longueur variable avec délimiteur**

3. Si vous avez sélectionné au champ type d'importation « Fichier à longueur variable avec délimiteur ».



Veuillez choisir le délimiteur.

4. Cochez ou décochez le champ « Conserver les données déjà existantes ».

En cochant cette case, vous indiquez au logiciel de ne pas effacer les données déjà inscrites dans les tables que vous allez sélectionner.

5. Sélectionnez les tables que vous voulez importer.

Le bouton  vous permet de **Sélectionner / Non sélectionner** une table.

Le bouton **Désélectionner tous**  (rouge) est utilisé pour désélectionner toutes les tables tandis que le bouton **Sélectionner tous**  (bleu) permet de sélectionner toutes les tables.

B.3

Importer - Gestion des espaces

Fichier

Type de fichier à importer: Fichier à longueur variable avec délimiteur

Type de délimiteur: ;

Importation

Conserver les données déjà existantes: ☒

Importation	Sélectionné
Établissements/sites	Non
Zones	Non
Juridictions	Non
Prototypes d'entretien	Non
Immeubles	Non
Composantes	Non
Ailes	Non
Étages	Non

✓ ✗ ↺

Définition

Champs COBA	Champs du fichier à importer
Code établissement	Colonne 1
Nom établissement	Colonne 2
Principale/secondaire	Colonne 3

Réinitialiser

Importer Quitter

B.4

Importer - Gestion des espaces

Fichier

Type de fichier à importer: Fichier à longueur variable avec délimiteur

Type de délimiteur: ;

Importation

Conserver les données déjà existantes: ☒

Importation	Sélectionné
Établissements/sites	Oui
Zones	Non
Juridictions	Non
Prototypes d'entretien	Non
Immeubles	Non
Composantes	Non
Ailes	Non
Étages	Non

✓ ✗ ↺

Définition

Champs COBA	Champs du fichier à importer
Code établissement	Colonne 1
Nom établissement	Colonne 3
Principale/secondaire	Colonne 2

Reinitialiser

Importer Quitter

Importation des données

Fiche B.4

6. Si vous avez sélectionné au champ type d'importation « Fichier à longueur variable avec délimiteur ».

Ajustez l'ordre des colonnes.

Si votre fichier d'entrée ne respecte pas l'ordre des champs décrit dans ce document, veuillez ajuster cet ordre. Pour ce faire, dans l'encadré **Définition**, veuillez cliquer dans la grille sous la colonne **Champ du fichier à importer**. Une boîte déroulante vous permettra de choisir quelle colonne de votre fichier correspond au champ correspondant à la ligne où vous avez cliqué. **Figure B.3**

Si aucune des colonnes de votre fichier ne correspond à un des champs du fichier d'entrée veuillez choisir la valeur « Aucune correspondance ».

Le bouton « **Réinitialiser** » initialise les valeurs originales par défaut.

Figure B.4

Dans cet exemple pour la table des Établissements / sites :

- La colonne 3 de votre fichier représente la colonne 2 de la définition du fichier d'entrée.
- La colonne 2 de votre fichier représente la colonne 3 de la définition du fichier d'entrée.

7. Cliquez sur Importer

Code de propriété	Description
A	Copropriété approche A
B	Copropriété approche B
C	Copropriété approche C
L	Location partielle
E	Location entière
P	Propriété

Code de territoire	Description
002	Alberta
004	Colombie-Britannique
006	île du Prince Édouard
008	Manitoba
010	Nouveau-Brunswick
012	Nouvelle-Écosse
014	Ontario
016	Québec
018	Saskatchewan
022	Territoire N.O.
024	Territ. Yukon
013	Nunavut
020	Terre-Neuve

Pour alimenter la table :

- des codes postaux MELS,
- des territoires géographiques MELS,
- des catégories MELS,
- des organismes MELS,
- des unités MELS

le ministère de l'Éducation du Québec fournit des fichiers d'échange qui sont offerts **par Internet** sur le site FTP de COBA.

Voici les étapes à suivre pour récupérer les fichiers d'échange et alimenter les tables de validation.

Étape 1 Récupérer les fichiers d'échange

Cette mise à jour contient les fichiers d'échange pour les collèges publics et les universités. Les fichiers avec une extension **SIL** sont réservés aux universités et les fichiers avec l'extension **SIC** sont réservés aux collèges publics.

1. Au menu **Système>Outils>Outils administrateur**, onglet **Mise à jour du logiciel**, bouton **Récupérer par Internet**.
Cette option vous donne accès au répertoire contenant les mises à jour et les fichiers communs à tous les clients qui utilisent le logiciel **Gestion des espaces**. Les fichiers d'échange vont s'installer automatiquement dans le répertoire suivant : serveur \ volume \ sous-répertoire (facultatif) \ Coba \ Donnees \ MEQ

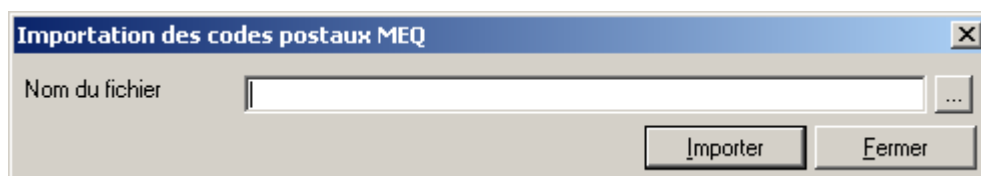
2. Vérifier la présence des fichiers MELS.


Ouvrez le répertoire MEQ, les fichiers d'échange se trouvent dans ce répertoire. Le ministère fournit les sept fichiers d'échange suivants :

- **CDPOST.SIL** pour la table des codes postaux MELS
- **TERGEO.SIL** pour la table territoire géographique MELS
- **CATEG.SIL** pour la table des catégories MELS
- **ORGAN.SIL** pour la table des organismes MELS
- **UNITE.SIL** pour la table des unités MELS

Étape 2 Importer les codes postaux MELS

3. Ouvrez le logiciel Gestion des espaces et choisissez **Gestion des espaces>Immeubles et espaces**, menu **Tables>Codes postaux MELS**.
4. Choisissez le menu **Outils>Importation des codes postaux MELS**.
Le dialogue suivant s'affiche.

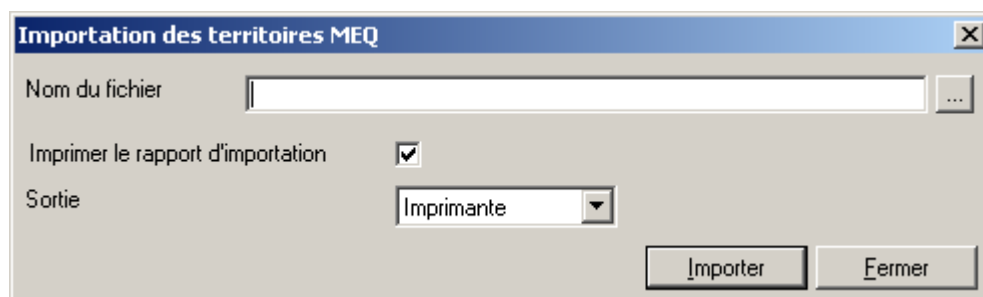


5. Cliquez sur  et sélectionnez le fichier '**CDPOST.SIL**'. Cliquez ensuite sur le bouton **Importer**.
Le logiciel charge le fichier d'échange. Soyez patient le chargement prend plusieurs minutes.

Le logiciel charge le fichier d'échange et le compare avec les codes postaux de la table de validation. Si des codes postaux sont retirés de la table un rapport vous informe des corrections à apporter.

Étape 3 Importer les territoires géographiques MELS

1. Ouvrez le logiciel Gestion des espaces et choisissez **Gestion des espaces>Immeubles et espaces**, menu **Tables>Territoires MELS**.
2. Choisissez le menu **Outils>Importation des territoires MELS**.
Le dialogue suivant s'affiche.



3. Cliquez sur [...] et sélectionnez le fichier '**TERGEO.SIL**'. Déterminez les paramètres du rapport d'importation. Cliquez ensuite sur le bouton **Importer**.

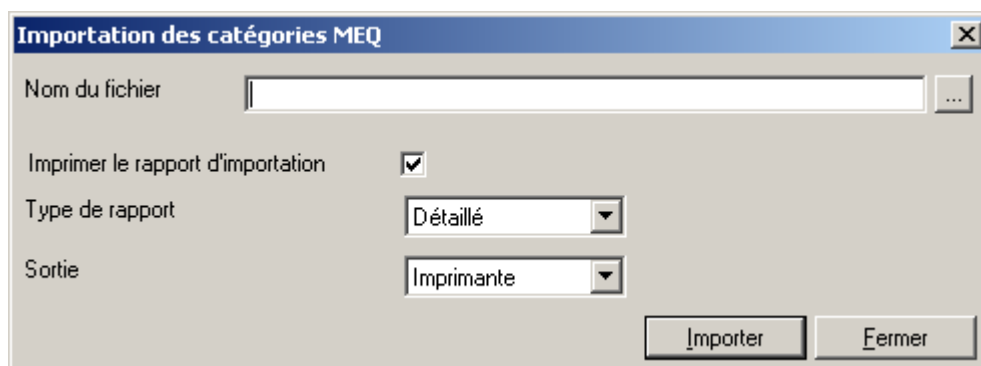
Le logiciel charge le fichier d'échange et le compare avec les territoires MELS de la table de validation. Le rapport, si vous choisissez de l'imprimer, vous présente les territoires MELS manipulés par le logiciel.

Lors de l'importation, le logiciel crée automatiquement le fichier '**tergeo.csv**' dans le répertoire serveur \ volume \ sous-répertoire (facultatif) \ Coba \ Donnees \ MEQ. Ce fichier renferme les mêmes informations que le rapport.

Il est de votre responsabilité de corriger les édifices liés au code de territoire lorsqu'un territoire change de signification ou qu'il est retiré.

Étape 4 Importer les catégories MELS

4. Ouvrez le logiciel Gestion des espaces et choisissez **Gestion des espaces>Immeubles et espaces**, menu **Tables>Catégories MELS**.
5. Choisissez le menu **Outils>Importation des catégories MELS**.
Le dialogue suivant s'affiche.



6. Cliquez sur [...] et sélectionnez le fichier '**CATEG.SIL**'. Déterminez les paramètres du rapport d'importation. Cliquez ensuite sur le bouton **Importer**.

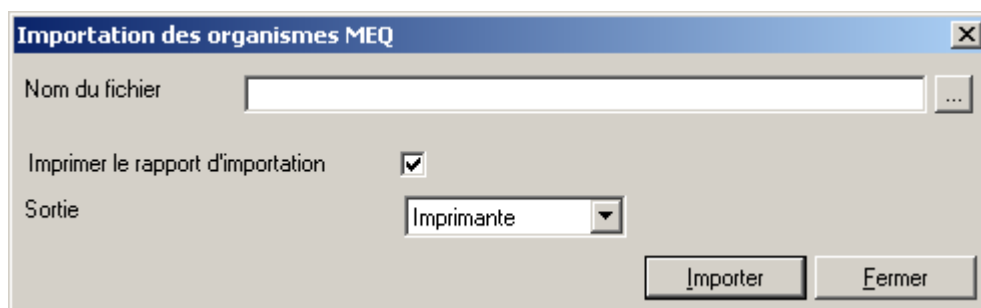
Le logiciel charge le fichier d'échange et le compare avec les catégories MELS de la table de validation. Le rapport **Sommaire**, si vous choisissez de l'imprimer, vous présente les catégories MELS manipulées par le logiciel. Le rapport **Détaillé** présente en plus les catégories d'espace et les occupations affectées par les modifications.

Lors de l'importation, le logiciel crée automatiquement le fichier '**categ.csv**' dans le répertoire serveur \ volume \ sous-répertoire (facultatif) \ Coba \ Données \ MEQ. Ce fichier renferme les mêmes informations que le rapport **Détaillé**.

Il est de votre responsabilité de corriger les occupations lorsqu'une catégorie MELS change de signification ou est retirée. L'outil **Changer massivement une catégorie MELS** vous permet d'effectuer cette tâche.

Étape 5 Importer les organismes MELS

7. Ouvrez le logiciel Gestion des espaces et choisissez **Gestion des espaces>Immeubles et espaces, menu Tables>Organismes MELS.**
8. Choisissez le menu **Outils>Importation des organismes MELS.**
Le dialogue suivant s'affiche.



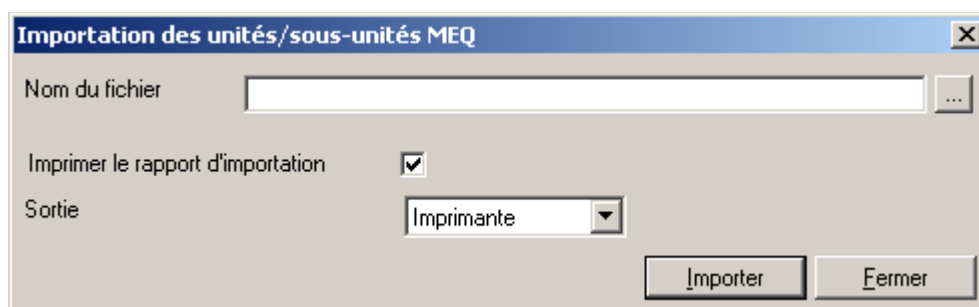
9. Cliquez sur [...] et sélectionnez le fichier '**ORGAN.SIL**'. Déterminez les paramètres pour le rapport d'importation. Cliquez ensuite sur le bouton **Importer**.
Le logiciel charge le fichier d'échange et le compare avec les organismes MELS de la table de validation. Le rapport, si vous choisissez de l'imprimer, vous présente les organismes MELS manipulés par le logiciel ainsi que les occupations qui font référence à ces organismes.

Lors de l'importation, le logiciel crée automatiquement le fichier '**organ.csv**' dans le répertoire serveur \ volume \ sous-répertoire (facultatif) \ Coba \ Donnees \ MEQ. Ce fichier renferme les mêmes informations que le rapport.

Il est de votre responsabilité de corriger vos immeubles lorsqu'un code d'organisme change de signification ou est retirée.

Étape 6 Importer les unités/sous-unités MELS

10. Ouvrez le logiciel Gestion des espaces et choisissez **Gestion des espaces > Généralités**, menu **Tables>Unités/sous-unité MELS**.
11. Choisissez le menu **Outils>Importation des unités/sous-unités MELS**.
Le dialogue suivant s'affiche.



12. Cliquez sur [...] et sélectionnez le fichier '**UNITE.SIL**'. Déterminez les paramètres du rapport d'importation. Cliquez ensuite sur le bouton **Importer**.

Le logiciel charge le fichier d'échange et le compare avec les unités/sous-unités MELS de la table de validation. Le rapport, si vous choisissez de l'imprimer, vous présente les unités manipulées par le logiciel ainsi que les juridictions affectées par les modifications.

Lors de l'importation, le logiciel crée automatiquement le fichier '**unite.csv**' dans le répertoire serveur \ volume \ sous-répertoire (facultatif) \ Coba \ Donnees \ MEQ. Ce fichier renferme les mêmes informations que le rapport.

Note

Les fichiers .csv sont conçus pour être consultés avec des tableurs comme *Excel*.

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelhak Bedaouche. 2018. Implantation du BIM pour la gestion des actifs.
- ALILECHE, Lyes. 2018. « USE OF BIM FOR THE OPTIMAL MANAGEMENT OF EXISTING BUILDINGS ». Université de Lille.
- Arayici, Yusuf, Timothy Onyenobi et Charles Egbu,. 2012. « Building Information Modelling (BIM) for facilities Management (fM): the Mediacity case study Approach ». (2012).
<http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/19330/5/arayici_article_IJ3DIM_1%282%29.pdf>.
- Archibus. 2021. Archibus. <<https://archibus.com/products/assets/>>.
- Azhar, Salman, Irtishad Ahmad et Maung K. Sein. 2010. « Action Research as a Proactive Research Method for Construction Engineering and Management ». Journal of Construction Engineering and Management, vol. 136, no 1, p. 87-98.
<[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000081](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000081)>. Consulté le 29 juillet 2020.
- Becerik-Gerber, Burcin, Farrokh Jazizadeh, Nan Li et Gulben Calis. 2012. « Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. » Journal of construction engineering and management 138, 3, 431–442., (2012).
- Bloomberg, Michael R., David J. Burney et David Resnick. 2012. « BIM guidelines ». (2012).
- Boutle, Andy, Paul Dodd, Jack Dearlove, Emma Hooper, John Ford, Dan Rossiter, Ryan Tennyson, Neil Thompson, May infielWd et Sonia Zahiroddiny. 2020. « Information management according to BS EN ISO 19650 Guidance Part 2: Processes for Project Delivery Edition 3 ». UK BIM Framework, (2020).
- Brook, Alastair, Adam Sheather, Belinda Hodgkinson, Ben Harland, Bryan A McSweeney, Department Transport Main Roads, Chris Lock, Chris Pynn, Craig Roberts, Daniel Jurgens, Danu Achmadi, David Mitchell, Éadaoin McGovern, Elton Evans, Erezi Utiome, Fergus Hohnen, Gabor Gulyas, Glen McGill, van Beirne et Juan Lewis. 2018. AUSTRALIA AND NEW ZEALAND GUIDE TO ISO 19650.
<https://brisbim.com/wp-content/uploads/2019/10/ANZ-Guide_ISO19650_Industry-Preview.pdf>.
- Crotty. 2013. « The Impact of Building Information Modelling ». (2013).

- Deutsch, Randall. 2015. « Leveraging data across the building lifecycle ». International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, (2015).
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815020809?via%3Dihub>>.
- EcoDomus. 2018. Ecodomus FM. <<https://www.ecodomus.com/copy-of-portal-login?lang=fr>>. Consulté le 7 janvier 2021.
- Hayes, Alan. 2014. « Leveraging the relationship between BIM and asset management ». (2014).
<https://www.researchgate.net/publication/284517274_Leveraging_the_relationship_between_BIM_and_asset_management>.
- Kachwalla, A. S. et M. I. Hughes. 2019. « Real Time Pavement Asset Management and Integration with Work Order Management ». (2019).
<<https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/9780784482452.036>>.
- Kensek, Karen. 2015. « BIM Guidelines Inform Facilities Management Databases: A Case Study over Time ». (2015). <<https://www.mdpi.com/2075-5309/5/3/899>>.
- Kiczak, Anna Patrycja. 2020. « Guidelines for preparation of OIR (Organizational Information Requirements) document for Miastoprojekt Wrocław following ISO 19650 ». (2020).
- Korpela, Jenni, Reijo Miettinen, Teppo Salmikivi et Jaana Ihalainen. 2015. « The challenges and potentials of utilizing building information modelling in facility management: the case of the Center for Properties and Facilities of the University of Helsinki ». Construction Management and Economics, 2015, (2015).
- Leygonie, Romain. 2020. « Data Quality Assessment of BIM Models for Facility Management ». École de Technologie Supérieure.
- Love, Peter E.D., Jane Matthews, Ian Simpson, Andrew Hill et Oluwole A. Olatunji. 2013. « A benefits realization management building information modeling framework for asset owners ». Automation in Construction, (2013).
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.007>>.
- Lucas, Jason et Walid Thabet. 2018. « Using a Case-Study Approach to Explore Methods for Transferring BIM-Based Asset Data to Facility Management Systems ». Construction Research Congress 2018, (2018).
- MA, Zhao, Limei ZHOU et Wanxing SHENG. 2014. « analysis of The New Asset Management Standard ISO 55000 AND PAS 55 ». China International Conference on

- Electricity Distri, (2014).
 <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6991990>>.
- McArthur, J.J. 2015. « A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability ». *Procedia Engineering*, vol. 118, p. 1104-1111.
 <<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.450>>. Consulté le 29 juillet 2020.
- Motamedi, Ali, Ivanka Iordanova et Daniel Forgues. 2018. 2018-ICCCBE-fm-bim-preparation-Ali_Ivanka_daniel_ICCCBE2018-1.7.pdf.
 <https://www.researchgate.net/publication/325905180_FM-BIM_Preparation_Method_and_Quality_Assessment_Measures>.
- Munir, Mustapha, Arto Kiviniemi et Stephen W. Jones. 2019. « Business value of integrated BIM-based asset management ». *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 26, no 6, p. 1171-1191. <<https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0105>>. Consulté le 5 août 2019.
- Pärn, E.A., D.J. Edwards et M.C.P. Sing. 2017. « The building information modelling trajectory in facilities management: A review ». *Automation in Construction*, vol. 75, p. 45-55. <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003>>. Consulté le 29 juillet 2020.
- Preidel, Cornelius, André Borrmann, Carl-Heinz Oberender et Markus Tretheway. 2016. « Seamless Integration of Common Data Environment Access into BIM Authoring Applications: the BIM Integration Framework ». <<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4487.4488>>. Consulté le 29 juillet 2020.
- Rojas, Eddy M., Carrie Sturts Dossick, John Schaufelberger, Beth A. Brucker, Helen Juan et Christopher Rutz. 2009. « Evaluating Alternative Methods for Capturing As-Built Data for Existing Facilities ». *Computing in Civil Engineering 2009*, (2009).
- Salicath, Erling, Jayantha P. Liyanage et Didrik Fladberg. 2016. « Capturing Value-Added Processes During Service Life of Public Assets in Norway—Learning from ISO 55000 ». *the 10th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2015)*, (2016), p. 531-538. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-27064-7_52.pdf>.
- Suprabhas, Kamal et Hazar Nicholas Dib. 2017. « Integration of BIM and Utility Sensor Data for Facilities Management ». (2017).
 <<https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/9780784480823.004>>.
- Wu, W. et R. R. A. Issa. 2012. « BIM-Enabled Building Commissioning and Handover ». In *International Conference on Computing in Civil Engineering*. (Clearwater Beach, Florida, United States, 11 juin 2012), p. 237-244. American Society of Civil

Engineers. <<https://doi.org/10.1061/9780784412343.0030>>. Consulté le 28 juillet 2020.

Yalcinka, Mehmet et Vishal Singh. 2016. « Evaluating the Usability Aspects of Construction Operation Building Information Exchange (COBie) Standard ». (2016). <https://www.researchgate.net/publication/303811016_Evaluating_the_Usability_Aspects_of_Construction_Operation_Building_Information_Exchange_COBie_Standard>.