

Spécificité des requêtes d'information dans une collaboration BIM

Specificity of information requests in a BIM collaboration

Anabelle Rahhal^{1,*}, Samia Ben Rajeb², et Pierre Leclercq¹

¹LUCID Lab, Université de Liège, Belgique

²BATir, Ecole Polytechnique de Bruxelles, Belgique

Résumé. Dans l'écosystème numérique de la construction, comprenant les croisement disciplinaires et technologiques du Building Information Management (BIM), cet article propose une analyse des requêtes d'information effectuées, afin de mener à bien trois missions d'évaluation d'un projet : l'estimation du coût de la construction, la planification 5D du chantier et l'estimation du coût du fonctionnement du bâtiment. Notre recherche s'appuie sur un cadre expérimental d'un projet collaboratif, mené en BIM, trois années consécutives de 2019 à 2021. Les résultats de l'enquête menée sont exposés et ils permettent de spécifier les requêtes d'information, dans le cadre de collaborations BIM, là où la gestion de l'information est au cœur des problématiques actuelles.

Mots clés. BIM, requêtes d'information, collaboration, échanges informels.

Abstract. In the digital construction ecosystem, including the intersection between disciplinary and technological aspects of Building Information Management (BIM), this article analyzes information requests, that are made in order to carry out three BIM project missions: 4D estimation of the building cost, 5D site planning and 6D building operating cost estimation. Our research is based on an experimental framework of a collaborative project, carried out in BIM, three consecutive years from 2019 to 2021. The results of the carried out survey presented in this article made it possible to specify information requests, within the framework of BIM collaboration projects, where information management is at the heart of current issues.

Keywords. BIM, information requests, collaboration, informal exchanges.

*Corresponding author: a.rahhal@uliege.be

1 Introduction

Dans cet article, nous exposons un travail de recherche ciblé sur l'étude de l'échange informel d'informations dans un processus BIM (Building Information Modeling & Management), à travers la requête d'information, afin de répondre à trois usages précis de la maquette BIM, en phase avant-projet détaillé. Dans un contexte où le numérique et le BIM prennent de plus en plus de place dans le monde de la conception et de la construction, nous avons décidé de mettre en place une expérimentation explorant la manière dont l'information est échangée. Ce cadre expérimental est inspiré de nombreuses lectures dans le domaine du BIM et appuyé par divers retours d'expérience de professionnels du domaine de la construction. Nous détaillons notre analyse des échanges d'information, grâce à la mise en place d'une enquête ciblée sur des missions d'évaluation de projet, sur trois ans consécutifs. L'objectif ici est de spécifier les requêtes d'information, pour chaque usage de la maquette en se basant sur les besoins en information des acteurs concernés, les données partagées et manipulées ainsi que l'évaluation de la réussite des missions d'exploitation des données de la maquette numérique.

1.1 Le processus BIM supporté par la gestion de l'information

Le virage numérique de la filière construction se caractérise principalement par le passage d'une réalisation centrée sur des sources d'informations statiques (les plans et devis papier par exemple) vers une réalisation axée sur une source d'information fédérée et réutilisable à diverses fins [1]. Le BIM, qui se retrouve au cœur du virage Construction 4.0 [2] comprend le développement d'une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un ouvrage dans le but de sa visualisation, de son analyse, de sa validation et de son optimisation. En d'autres termes, les données générées dès les premières étapes de la conception d'un ouvrage pourront être exploitées au sein d'une panoplie de technologies complémentaires. Le contenu de la maquette est directement au centre des informations échangées. En résumé, le BIM repose sur l'organisation et l'échange d'informations de manière optimale au long du cycle de vie du bâtiment [3]. Le Comité technique BIM & ICT du Centre scientifique et technique de la construction belge (CSTC) définit les échanges d'information comme la transmission des informations (maquettes, documents, données relatives aux produits de la construction, etc.), à un moment et sous certaines modalités (dénomination des documents et des maquettes, caractéristiques des objets à mentionner sur la maquette, le niveau de détail de ces informations, etc.). L'échange d'information n'est pas qu'une question purement technique, mais dépend également des interactions et des dispositions humaines [4].

1.2 La requête d'information au cœur des échanges

À ce jour, la collaboration BIM n'est cependant pas basée sur l'articulation de données à haute granularité, mais elle est encore cantonnée à une concaténation de silos de données. Une nouvelle piste très peu explorée jusque-là est celle des requêtes de données [5]. Elle pose l'hypothèse que la collaboration BIM pourrait être améliorée en introduisant comme vecteur d'échanges les résultats de requêtes de données BIM. Cette piste a permis le développement d'un premier prototype logiciel [5]. Ce prototype met en place une base de données BIM partagée, importe régulièrement différentes maquettes métier d'un projet donné, sans aucune perte ni transformation et permet aux utilisateurs d'un métier n°1 d'exploiter les données originales d'un métier n°2 sans en connaître la structuration. L'exploitation des données permet de visualiser les objets composants la maquette en fonction de l'identification de leurs paramètres, d'interroger la maquette en formulant des requêtes et d'enrichir les données.

1.3 Problématique et questions de recherche

La collaboration par la requête, comme vecteur d'interopérabilité, a permis de créer des liens entre des données. Cependant le premier prototype logiciel développé à cette fin, Teegram ne prend pas encore en compte des données issues de logiciels et métiers différents et il ne permet pas des actions d'enrichissement dynamique de données [5]. Cette réponse reste centrée sur des enjeux essentiellement techniques et technologiques et se posent peu la question de la gestion de l'information face aux nouvelles pratiques induites par le BIM. Aujourd'hui, des méthodes adaptées doivent encore être conçues afin de permettre aux acteurs du projet d'accéder facilement et rapidement à la bonne information et au bon moment, sans pénaliser la progression globale de l'activité. Les usages de la maquette numérique se déclarent quasiment infinis [6] et ils sont variables selon la phase du projet. Ils consistent, par exemple, en l'estimation des quantités et des coûts de la construction, la planification de chantier, la détection des conflits géométriques, etc. Nos trois hypothèses de départ reposent sur le fait qu'en théorie, la maquette numérique « unique » ou les différentes maquettes numériques dites « métiers » servent à extraire et à échanger des informations métiers. De plus, une information n'a de sens que si elle est partagée avec les parties prenantes du projet [7]. Nous élargissons la notion de requête de « données », qui constitue à interroger une maquette BIM, donc à rechercher et identifier des données BIM émanant d'un autre métier que le sien, via le levier technique de l'interrogation de donnée [4], à celle des requêtes diverses d'information provenant d'autres sources que la maquette. Une requête est ainsi définie comme :

- (i) une information recherchée dans divers documents du projet, autres que la maquette, qui servira directement les missions d'usage de la maquette BIM ;
- (ii) et/ou d'une information pouvant être récupérée directement de la maquette numérique BIM globale ou des maquettes « métiers » ;
- (iii) et/ou d'une information obtenue de l'un des acteurs du projet, ou autre comme internet.

Ainsi, nous adressons dans le cadre de cet article les questions de recherche suivante : pour des usages BIM définis, la maquette numérique constitue-t-elle un support utile pour les requêtes d'information entre les divers intervenants, afin d'aboutir dans leurs missions d'évaluation d'un bâtiment ? Quelles sont les particularités des échanges informelles en fonction de l'usage de la maquette BIM ?

2 Méthode

Le schéma de la Figure 1 illustre les 4 principales étapes de notre méthodologie pour récolter l'ensemble de données nécessaires et amener des réponses aux questions de recherche posées. La définition d'un cadre expérimental et l'élaboration du protocole d'entretien ont permis respectivement la mise en place de (i) l'expérimentation BIM et sa réalisation par les groupes d'acteurs et (ii) d'un questionnaire en ligne complété individuellement par les acteurs, pour trois usages précis d'exploitation de la maquette numérique: l'estimation du coût global de la construction du bâtiment, planification et coût tout au long du chantier et l'évaluation du coût de fonctionnement du bâtiment.

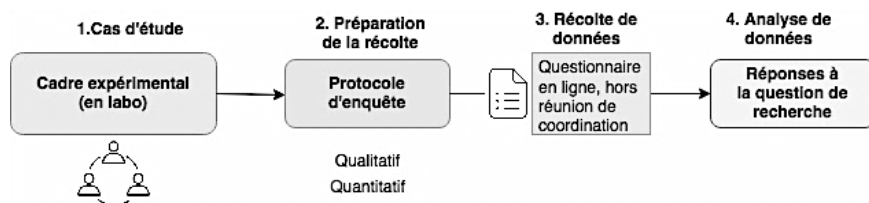


Fig. 1. Les étapes de la méthodologie de recherche.

2.1 Cadre expérimental

De 2019 à 2021, soit durant 3 ans, 6 groupes de participants, au total 56 participants, inscrits en Master 1 en Ingénieur Civil Architecte en Faculté des Sciences Appliquées à l'université de Liège, ont contribué à notre expérimentation BIM. Celle-ci est développée dans le cadre du cours intitulé « Studio Digital Collaboratif BIM » qui aborde la problématique de la conception collaborative instrumentée [8]. Le but de cette formation est de sensibiliser aux enjeux de la coopération en phase de pré-construction de projet et de donner l'opportunité d'expérimenter des dispositifs numériques innovants (outils et plateformes BIM, collecticiels, studios digitaux augmentés, etc.). Ce cadre de formation nous a permis d'explorer plusieurs facettes du BIM telles que: le protocole BIM belge (élaboré par le CSTC en 2018), la modélisation de maquettes numériques et l'exploitation de leurs données, dans le but de répondre à des usages BIM [9]. Plus concrètement, le travail collaboratif est organisé par groupe d'acteurs et se base sur une distribution de tâches intégrant, entre autres, des coordinateurs BIM et des modeleurs BIM spécialisés dans différents domaines (comme l'architecture, ou la structure, ou encore les techniques spéciales). Dans notre protocole expérimental, l'analyse des requêtes d'information est rendue possible par l'intégration des 4 éléments décrits dans les paragraphes ci-après.

2.1.1 Les missions d'évaluation du projet découlent de demandes précises d'un maître d'ouvrage

Comme le précise G. Gronier (2019) [10], le travail collectif repose sur une synchronisation cognitive : les acteurs doivent se mettre d'accord sur l'objectif, sur les plans d'actions et sur les méthodes employées. Ainsi dans le cadre de la formation, un des objectifs est de supporter la construction d'un référentiel commun à tous les acteurs, c'est-à-dire une représentation commune et partagée des buts à atteindre en groupe. Cela est rendu possible grâce à trois demandes claires du maître d'ouvrage formulées dans un document de vision : (i) l'estimation du coût de la construction du bâtiment, (ii) planification du coût de construction sur chantier et (iii) l'évaluation du coût de fonctionnement du bâtiment. Ces demandes constituent trois missions communes précises à accomplir par l'ensemble des acteurs de chaque groupe. Ces trois missions d'évaluation du projet sont transformées en trois objectifs d'usage BIM de la maquette numérique.

2.1.2 Une clarification des missions d'évaluation du projet de construction

L'activité de groupe évolue suivant les phases du projet. Durant une seule et même phase du projet, plusieurs intervenants sont impliqués et ils ont des rôles propres à chacun et spécifiques [11]. Afin de prendre en compte cette pluridisciplinarité des acteurs, une approche multi-rôles par acteur est mise en place afin de permettre à chaque participant de tester et d'expérimenter l'approche collaborative du BIM. Plus spécifiquement, chaque

intervenant endosse un rôle d'exploitation des données de la maquette BIM en fonction des missions d'évaluation du projet décrites précédemment. Ces trois rôles sont : deviseur, planificateur des travaux et facility manager (gestionnaire de la maintenance d'un bâtiment). Ils ont été réalisés par binôme ou par trinôme, comme le montre la Figure 2, afin de favoriser l'interaction entre les membres des groupes. La phase d'exploitation des données partagées dans la maquette numérique repose sur des maquettes « métiers » produites à l'avance puis articulées en une maquette unique.

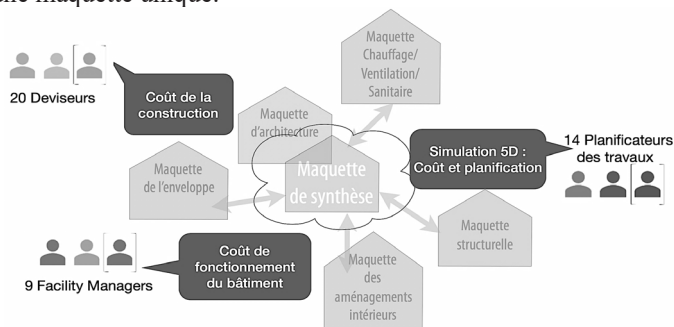


Fig. 2. Les 3 missions et rôles d'évaluation du projet de la construction.

2.1.3 Une organisation du travail supportée à l'avance par des workflows

Des workflows ont été réalisés sur la base de la méthode des informations à livrer, décrite dans le protocole BIM belge, dont le canevas est rédigé par le CSTC et se base sur l'apport de plusieurs guides et protocoles européens. La méthode employée dans ce protocole BIM repose sur une série de questions (Quoi ? Quand ? Comment ? Par qui ? Et pour qui ?) permettant de cartographier les échanges d'informations, avec précision des phases de travail à réaliser, des supports (maquettes, documents, plateforme, cloud, etc.), des formats d'échange (IFC, BCF, etc.) et des livrables [12]. Au niveau du projet, le coordinateur a développé le workflow général puis les acteurs, par binôme et par rôle, ont développé leurs workflows spécifiques, afin d'anticiper les activités, les interactions, les modes opératoires et les échanges de chacun.

2.1.4 Une mise à disposition des outils technologiques nécessaires pour chaque mission

En plus du volet organisationnel du BIM permettant aux participants d'exploiter convenablement les données des maquettes, nous avons mis à disposition plusieurs outils, ainsi qu'une formation d'apprentissage continue de ces logiciels. Afin d'estimer les coûts, l'outil de modélisation de la maquette (Revit ou Archicad) combiné à l'outil Excel ont été suggérés pour plus de facilité concernant l'extraction des quantités de la maquette. Pour la mission d'estimation du coût et la planification de la construction du bâtiment), l'outil Navisworks Manage est retenu connaissant sa performance en termes de simulation 5D. Enfin l'outil BIMCollab zoom est choisi pour le facility management vu son atout indispensable en termes de créations de vues intelligentes.

2.2 Méthodes de récolte et de traitement de données

Dans notre recherche, l'étude empirique s'appuie sur l'observation et, principalement aussi, l'entretien directif sous forme d'un questionnaire, qui est à mi-chemin entre la récolte de données qualitatives et quantitatives. L'objectif est d'interroger les participants de manière

plus précise sur les données échangées et le besoin de données (la bonne donnée à la bonne personne au bon moment) lors de l'expérimentation mise en place. Les acteurs nous fournissent des informations plus détaillées et de qualité à nos questions au-delà de nos propres observations. Un protocole d'entretien sous forme de formulaire en ligne est mis en place, afin que les intervenants puissent facilement y répondre. Les données récoltées sont relatives aux échanges d'information concernant les requêtes d'information effectuées une fois que chaque mission est clôturée. Une requête est estimée indispensable afin de mener à bien les missions d'exploitation des données de la maquette. Le formulaire comprend les 6 questions suivantes :

- Question 1 : Quelle est votre mission d'exploitation ?
- Question 2 : Lors de cette requête, de quelles données avez-vous eu besoin ?
- Question 3 : Comment avez-vous formulé votre requête ? et à qui/à quoi l'avez-vous formulé ?
- Question 4 : Sous quelle forme avez-vous reçu chaque donnée ?
- Question 5 : Avez-vous dû transformer une ou toutes les informations reçues ? Si oui, Pourquoi ? Si oui, avec succès ou pas et sous quel format final ?
- Question 6 : Une fois les informations reçues et/ou transformées, qu'en avez-vous fait ?

Afin de faciliter la compréhension des questions, ces dernières sont également accompagnées par des explications et illustrées par des exemples dans sa version en ligne. Un besoin est identifié comme un besoin métier, à travers la définition de Paviot, 2010 [13, p.12] : « Le terme de métier est régulièrement utilisé dans le domaine industriel, souvent d'ailleurs pour désigner l'utilisateur d'une solution informatique, en opposition aux personnes chargées de la déployer : on parlera alors d'hommes du métier ou de besoins métier. [...] Le métier regroupe l'ensemble des savoirs et savoir-faire mobilisés par un opérateur pour mener à bien les activités relatives à un domaine identifié ».

Le formulaire concerne la phase d'évaluation de la construction, car son objectif est d'estimer l'importance de la maquette comme support principal lors des requêtes d'information entre les divers intervenants. Par conséquent, nous considérons comme hypothèse que la modélisation collaborative de la maquette numérique est déjà achevée et qu'il n'y a plus aucun choix ou modification en termes de conception à réaliser lors de cette phase de préparation des travaux d'exécution. Le questionnaire a récolté les réponses des 43 acteurs concernés. Parmi eux, 20 personnes ont endossé le rôle de deviseur, 14 personnes le rôle de planificateur des travaux et 9 personnes le rôle de facility manager. Le type de l'information est clairement défini puisqu'il s'agit exclusivement de requêtes. L'analyse se concentre donc sur le besoin en information (quoi), sur le support (comment) et sur le but (pourquoi) de l'information utilisée pour chaque mission, ainsi que de son utilité finale pour assurer le succès de la mission. La récolte de ces données nous permet de spécifier les échanges informels, en dehors de réunions ou de tout type d'échanges formels. Les questions ont été traitées en identifiant, dans les réponses des acteurs, par rôle, les similitudes pouvant être regroupées en catégories communes. Enfin, le nombre d'occurrence est calculé par catégorie seule, ou pas combinaison de plusieurs.

3 Résultats et discussions

3.1 Nécessité de préparation du travail d'exploitation des données

Chaque acteur a précisé ses besoins en information de manière libre. Le traitement de l'ensemble des réponses nous permet de confirmer 6 sources d'information de ses besoins, selon la légende suivante :

- (MA) information trouvée dans la maquette en format natif ou format IFC (attributs et propriétés des éléments, leurs localisations, sur la phase du projet) ;

- (PL) informations issues de plans en 2 dimensions (représentation des éléments et leurs relations géométriques) ;
- (EXTR) information/donnée extraite depuis la maquette, via un outil de modélisation type Revit ou ArchiCAD (surfaces, propriétés, matériaux, occupation des pièces, nomenclatures) ;
- (EXTE) information à partir de documents externes métier (un bordereau des prix unitaires, des études techniques des ingénieurs, un planning de chantier, documents en ligne, etc.) ;
- (AC) information à partir de documents préparés à l’avance par un autre acteur (Tableur ou fichier excel regroupant plusieurs données, fichier navisworks, planning MS project) ;
- (AP) information à partir de capsules d’apprentissage sur le BIM (tutorial en ligne, cours théorique).

Les sources d’information s’avèrent différentes selon les usages BIM de la maquette et pour une même mission, plusieurs sources sont utilisées, comme le montre le Tableau ci-après.

Tableau 1. Les combinaisons des sources d’information métier, en fonction des rôles d’exploitation des données de la maquette (Nombre d’occurrence par rapport à N_{obj} = 43).

	MA	MA/PL	MA/AC	EXTR	EXTR/AC	EXTE	EXTE/AC	AC	AP	MA/PL/AC	MA/EXTR/EXTE	Total
Deviseur	1	/	8	3	1	3	2	/	/	1	1	20
Facility Manager	1	/	2	2	/	2	/	1	1	/	/	9
Planificateur des travaux	4	1	1	/	/	/	1	7	/	/	/	14
Total	6	1	11	5	1	5	3	8	1	1	1	43

Des entretiens avec les participants ont confirmé la nécessité de préparer le travail en amont afin de disposer des différentes sources d’information et de pouvoir répondre à chaque mission du projet. Par exemple, les deviseurs ont besoin de la maquette pour extraire les quantités (m1, m2, m3) afin de les combiner à l’information présente dans des documents externes, comme un bordereau de prix unitaire, afin d’établir l’estimation du coût de la construction du projet. Pour la mission de planificateur des travaux sur chantier, en plus de la maquette numérique composée des éléments constructifs nécessaires à la simulation 5D, les planificateurs déclarent essentiel d’avoir accès à une série de documents élaborés par d’autres acteurs du projet, comme le planning du chantier ou le coût du projet par lots de travaux fournis par les deviseurs. Pour l’estimation du coût de fonctionnement du bâtiment, la maquette, les données extraites de celle-ci ainsi que des données provenant des études techniques des ingénieurs sont appelées à être articulées. De plus, il y eu une mise en avant d’un premier travail commun aux 3 missions, celui de comprendre et de lister les éléments de la construction concernés par la mission. Ce listing est lié à la procédure de modélisation de la maquette numérique où chaque élément constructif est défini par le groupe d’acteurs, dans le protocole BIM, selon un niveau de détail géométrique et d’information (level of development).

3.2 Complémentarité des différents supports de requêtes d’information

Les réponses fournies à la question 3 : « Comment avez-vous formulé votre requête? et à qui/à quoi l’avez-vous formulé ? » sont regroupées dans la Tableau 2. À travers ces résultats, nous pouvons confirmer la multiplicité et la complémentarité des supports concernés par les requêtes effectuées entre les acteurs du projet. Chaque acteur a précisé le support de l’information qu’il a utilisé pour formuler sa requête, soit en communiquant oralement avec

un collaborateur, soit en récupérant la donnée directement à partir la maquette BIM, soit en explicitant ses besoins textuellement.

Tableau 2. Le nombre de réponses pour chaque combinaison de supports utilisés en fonction de la mission d’exploitation des données.

Supports des requêtes d'information par rôle	Deviseur	Facility Manager	Planificateur des travaux	Total
Communication informelle via un système de messagerie (whatsApp ou Messenger)	3		4	7
Communication textuelle partagée (Google docs)	3	1	1	5
Communication textuelle partagée (Fiche d'exigence)			1	1
Communication verbale orale (en coprésence ou en visioconférence via teams ou zoom)	2	3	3	8
Communication verbale orale, Communication formelle textuelle partagée (Google docs), Communication informelle via un système de messagerie (whatsApp ou Messenger)		1	1	2
Communication verbale orale, Communication textuelle partagée (Google docs)		1		1
Maquette	3	1	3	7
Maquette, Communication textuelle partagée (Google docs)	1			1
Maquette, Communication textuelle partagée (Fiche d'exigence)	1			1
Maquette, Communication verbale orale		1		1
Recherche en ligne	1			1
Courrier électronique	1	1	1	3
Courrier électronique, Communication verbale orale	1			1
Courrier électronique, Maquette, Recherche en ligne	2			2
Courrier électronique, Communication textuelle partagée (Fiche d'exigence), Communication verbale orale	1			1
Courrier électronique, Communication informelle via un système de messagerie, Communication verbale orale	1			1
Total	20	9	14	43

Nous ne disposons pas du nombre exact de fois où chaque support a été utilisé tout le long de chaque mission, mais l’expérimentation montre que ces supports viennent compléter les requêtes effectuées directement sur les maquettes, comme le courrier électronique, la communication textuelle partagée (par exemple, un fichier word déposé sur un drive et comprenant les demandes formulées aux autres acteurs du projet) ainsi que la communication verbale orale dans le cadre d’une réunion ou d’un appel en visioconférence. Ces données confirment l’importance des échanges informels entre acteurs pour la prise de décision et pour l’aboutissement des missions, malgré la volonté du BIM, en général, de centraliser l’ensemble des requêtes « métiers » concernant le bâtiment sur une maquette numérique. De plus, suite aux entretiens menés avec les participants, la notion de fiche d’exigence semble un outil intéressant à mettre en place au démarrage des missions, dans laquelle une série de demandes claires peuvent être formulées à destination des modeleurs BIM de la maquette. Les participants ont confirmé que ces fiches facilitent largement le travail d’exploitation des données de la maquette par mission. Une fois établie au début du projet, elles ne sont que très rarement mises à jour et elles permettent de formuler et d’aligner les attentes de l’ensemble des acteurs en termes de données. En complément au protocole BIM, ces fiches d’exigence s’avèrent être un complément essentiel à la préparation du travail d’exploitation des données métiers, afin de faciliter la collaboration BIM et de fluidifier la coproduction des réponses aux missions.

3.3 Nécessité de transformation supplémentaire de la donnée « maquette »

D’après les réponses à la question 4 : « Sous quelle forme avez-vous reçu chaque donnée ? », l’information échangée prend trois formes principales, résumées dans le Tableau 3 de gauche. La donnée maquette est la donnée en format natif de la maquette ou générée par la maquette directement (sous forme de texte ou de fichier excel ou via le format IFC). La donnée externe est la donnée provenant d'une source externe à la maquette (liste des prix, mail, internet, gantt). La donnée ajustée est la donnée encodée, élaborée, ou ajustée manuellement par un autre acteur hors outil de modélisation de maquette (tableur, plans, documents divers, etc.).

Nous constatons que la donnée générée par la maquette est la forme d’information la plus utilisée, ce qui confirme la place importante de la maquette comme support de l’information échangée dans nos trois cas d’usages BIM. Cependant, la maquette n’est pas l’unique support de l’information et elle est accompagnée et/ou combinée à des informations provenant de sources externes et de données préparées par un autre acteur. De plus, sur les 43 réponses fournies à la question 5, 33 participants confirment qu’ils ont dû transformer une ou toutes les informations reçues pour la réalisation de leurs missions. L’ensemble des réponses nous permettent d’identifier ces transformations, comme le montre le Tableau 3 de droite.

Tableau 3. À gauche, la forme de l’information reçue par mission d’exploitation des données. À droite, la liste des transformations que subit la donnée reçue, selon les missions d’usage BIM.

Forme de l'information reçue par rôle	Deviseur	Facility Manager	Planificateur des travaux	Total
Donnée maquette	3	3	4	10
Donnée maquette, Donnée externe	3	1	3	7
Donnée maquette, Donnée ajustée	5	1	1	7
Donnée externe		1	1	2
Donnée externe, Donnée ajustée			1	1
Donnée ajustée	4	2	2	8
Donnée maquette, Donnée externe, Donnée ajustée	5		2	7
Pas de réponse		1		1
Total	20	9	14	43

La transformation de l'information reçue	Total
Par les deviseurs	17
Adapter la donnée à un nouveau format	1
Créer une liste de données	1
Créer une nouvelle donnée	4
Créer une nouvelle donnée détaillée	2
Créer une nouvelle donnée plus complète	2
Créer une nouvelle donnée, intégrer plusieurs données	2
Exporter et intégrer plusieurs données	1
Intégrer plusieurs données	2
Trier et intégrer plusieurs données	1
Vérifier les données	1
Par les Facility Managers	6
Centraliser les données	1
Créer une nouvelle donnée	2
Importer une donnée	1
Pouvoir visualiser la donnée	1
Trier les données	1
Par les planificateurs des travaux	10
Créer une nouvelle donnée	2
Créer une nouvelle donnée détaillée	3
Créer une nouvelle donnée, intégrer plusieurs données	1
Importer une donnée	1
Intégrer plusieurs données	2
Pas de réponse	1
Total	33

Nous retenons que, parmi ces transformations, certaines sont communes et d’autres sont spécifiques aux différents usages BIM. Les requêtes servent, principalement dans ces cas d’usages BIM à la création d’une nouvelle donnée, plus détaillée et plus complète, à la vérification de la donnée, à son tri, à sa visualisation et à son intégration avec une ou plusieurs autres données et, enfin, à son export/import dans un nouvel outil. Concernant les informations transformées, l’utilisation d’un fichier excel semble une évidence pour la manipulation des données pour les 3 missions, afin de combiner, calculer, extraire, intégrer, obtenir, ajuster, modifier, exporter ces données. Ce constat remet en question la facilité et la fluidité de l’exploitation des données de la maquette BIM, pour des acteurs qui ne maîtrisent pas forcément un outil comme excel, ainsi que la qualité finale des productions.

3.4 Utilité de l’information liée à l’usage BIM

79% des participants ont estimé qu’ils ont réussi avec succès leur mission d’exploitation de la donnée. Une information reçue est utile quand elle apporte une réponse aux besoins formulés par les acteurs [14]. Cependant, dans le cadre de notre expérimentation, selon chaque usage BIM, ce sont plutôt les informations reçues et transformées qui ont réellement servi pour toute une série d’activités des acteurs. Ces informations ont réellement du sens par rapport à l’aboutissement des missions, comme le montre le Tableau ci-après.

Tableau 4. Les buts réels de la transformation des données reçues par rôle.

À quoi servent réellement les informations transformées?	Total
Deviseur	19
Calcul du coût	1
Calcul du coût et transmission des données	2
Combinaison de données	2
Elaborer un rapport	2
Elaborer une présentation	1
Encodage des données	2
Exportation de la donnée	1
Extraction des données	1
Intégration dans un autre outil	6
Transmission des données, encodage des données et simulation	1
Facility Manager	6
Elaborer un rapport	1
Elaborer une présentation	2
Encodage des données	1
Importation des données	1
Transmission des données et calcul du coût	1
Planificateur des travaux	9
Intégration dans un autre outil	7
Intégration dans un autre outil et simulation	1
Simulation de la donnée	1
Total	34

Ainsi, nous observons que chaque information extraite de la maquette n’est pas forcément utile au début du processus d’exploitation des données sous sa forme brute, mais c’est la série de transformations qu’elle subit en aval qui la rend utile pour répondre aux besoins “métiers”. Quant aux formats « finaux » de la donnée utilisée, lorsque les missions sont estimées abouties, nous trouvons principalement la donnée sous format excel (25/34) suivi par le format navisworks (2/34), ce qui montre bien que les données utiles ne sont pas intégrées à la maquette BIM. La réponse intéressante apportée par cette expérimentation est l’entretien de fichiers type excel, comme bases de données externes aux maquettes numériques, faciles à manipuler et à transformer selon les besoins « métiers ». La difficulté étant plutôt reportée dans la gestion, l’organisation et la mise à jour de ces données. Ce constat prouve l’importance de la coordination organisationnelle dans la gestion de l’information. Le coordinateur BIM veille en amont du processus collaboratif, à gérer, à centraliser, à compléter et à présenter les différentes sources d’information du projet aux acteurs du projet. Ensuite, selon les missions envisagées, il aide à la formulation claire du besoin métier pour l’ensemble des acteurs afin d’éviter les essais et erreurs lors des extractions, manipulations de données de la maquette. En aval, le coordinateur veille également aux cohérence et qualité des résultats apportés au maître d’ouvrage, ainsi que leur justification en termes de conventions et procédures adoptées.

4 Conclusion

Le cadre expérimental et l’enquête mises en place, ont permis de quantifier et qualifier les données récoltées afin de spécifier les requêtes d’information dans une collaboration BIM. Contrairement à toutes les méthodes qui préconisent que la maquette BIM constitue le référentiel unique pour l’échange d’information, nous avons démontré que les requêtes d’information dans le cadre des trois missions d’évaluation d’une construction, passent par divers canaux de communication. Plusieurs sources d’information ont été déterminés, ainsi que plusieurs types de supports pour les requêtes d’information se sont avérés nécessaires. Les données requêtées subissent une série de transformation, qui démontre l’importance de la connaissance « métiers », dans le processus de gestion de l’information, afin de rendre ces données utiles. La méthode de traçage de l’activité par les requêtes de données peut être améliorée et optimisée afin d’intégrer les moments exacts de son partage, car la requête de

l'information, utile à l'aboutissement des missions, doit se faire également au bon moment. L'analyse des protocoles BIM dans les échanges fait partie d'un travail doctoral en cours. Il serait également intéressant de donner des pistes, à l'issue de nos travaux, pour améliorer l'intégration de la technologie BIM dans la coopération.

Références

1. E. Poirier, S. Frénette, V. Carignan, H. Paris, D. Forgues, et M.-È. Bissonnette Charland. Accroître la performance de la filière québécoise de la construction par le virage numérique, étude sur le déploiement des outils et des pratiques de la modélisation des données du bâtiment au Québec. BIM Québec (2018)
2. C. Botton et D. Forgues. Comprendre l'impact du numérique sur la gestion de projet en construction. *Lien Social et Politiques*, **81**, 41-60 (2018)
3. M. Bourgault, C. Danjou, R. Pellerin, N. Perrier, C. Botton et al. Transformer le secteur de la construction par le numérique : un chantier ambitieux et nécessaire, *Le Québecéconomique 9 : Perspectives et défis de la transformation numérique*, CIRANO, 433-456, (2021). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03124248>
4. L. Sattler. Amélioration de l'interopérabilité BIM via un cadre de co-modélisation par requêtes et enrichissements itératifs de données. *Automatique / Robotique*. HESAM Université (2021)
5. L. Sattler, S. Lamouri, R. Pellerin, Rétro-BIM ou la question de l'intégration : une revue anachronique. *SHS Web of Conferences*, **82**, 02003 (2020) <https://doi.org/10.1051/shsconf/20208202003>
6. CSTC, (2017). Le numérique pour tous !
7. C. Botton, L. Rivest, O. Ghnaya et M. Chouchen. What is at the Root of Construction 4.0: A Systematic Review of the Recent Research Effort. *Archives of Computational Methods in Engineering*, **28**(4), 2331-2350, (2021) <https://doi.org/10.1007/s11831-020-09457-7>
8. A. Rahhal, S. Ben Rajeb et P. Leclercq. Educational Approach for BIM Collaboration. *Proceedings of the 2020 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*, CSCI'20, Las Vegas, USA (2020)
9. O. Celnik et E. Lebègue. BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction (2^e édition). Coédition Eyrolles et CSTB (2015)
10. G. Gronier. Travail collectif et collectifs de travail. *Psychologie de la collaboration et de la dynamique de groupes*, Luxembourg Institute of Science and Technology (2019)
11. C. Botton et S. Kubicki. Maturité des pratiques BIM : Dimensions de modélisation, pratiques collaboratives et technologies. *Interaction des Maquettes Numériques*, Actes du 6^{ème} Séminaire de Conception Architecturale Numérique (SCAN'14) (2014)
12. E. C. Forgues, V. Carignan, D. Forgues et S. Ben Rajeb. A framework for improving collaboration patterns in BIM projects. *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, **9929** LNCS, 34-42 (2016)
13. T. Paviot. Méthodologie de résolution des problèmes d'interopérabilité dans le domaine du Product Lifecycle Management. Autre [cs.OH]. Ecole Centrale Paris (2010)
14. O. Celnik et D. Lefèvre. Définir et enseigner un BIM utile et désirable Quelles stratégies et posture ?