



HAL
open science

Le processus de négociation autour des données entre les métiers dans les projets BIM

Paula Gordo-Gregorio

► **To cite this version:**

Paula Gordo-Gregorio. Le processus de négociation autour des données entre les métiers dans les projets BIM. 2020. hal-02964766

HAL Id: hal-02964766

<https://hal.science/hal-02964766v1>

Preprint submitted on 12 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le processus de négociation autour des données entre les métiers dans les projets BIM/ The data project and its negotiations, an approach that affects all construction professions

Gordo Gregorio, Paula

¹ Laboratoire LET-LAVUE et MAP-MAACC, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Paris La Villette,

paula.gordo-gregorio@alto-ingenierie.fr

Résumé : Cet article présente l'analyse d'une étude de cas, et prend comme objet d'étude les données du bâtiment, c'est-à-dire toutes les informations (environnementales, dimensionnelles, fonctionnelles, etc.) pouvant être renseignées dans un projet BIM. Nous partons de l'hypothèse que pendant le projet de construction d'un bâtiment « BIM » se développe en parallèle « un projet de données ». Ce projet, auquel participe une partie des acteurs du projet de construction, concerne le processus de création et gestion de données du bâtiment. Dans cette étude de cas, nous analyserons les nouvelles tâches qui sont attribuées aux acteurs du projet de données et les compétences qu'elles supposent. Ensuite, nous analyserons les processus de négociation entre les acteurs, durant lesquels se dévoilent les rapports de forces entre les différents intervenants du projet. Finalement, nous constaterons que la question de l'information dans les métiers de la construction devient aujourd'hui un sujet primordial pour l'ensemble des acteurs du projet, au-delà des acteurs en charge de la modélisation BIM.

Mots-clés : BIM, données du bâtiment, système d'acteurs, projet de construction, négociations

Abstract : This article presents a case study, which studies building data, defined as all the information (environmental, dimensional, functional, etc.) that can be provided in a BIM project. We start from the hypothesis that during the construction project of a "BIM" building, a separate "data project" develops in parallel. This project, in which some of the actors of the construction project participate, relates to the creation, management, and utilization of building data. In this case study, we analyse the tasks assigned to the data project actors in addition to the competences these tasks require. Furthermore, we explore the negotiation processes and power relations between the different actors of the project. Finally, we highlight that the subject of information in the construction professions is becoming increasingly important for all the actors of the project, beyond those in charge of BIM modelling.

Keywords : BIM, building data, system of actors, construction project, negotiations.

1 Introduction

Au-delà des définitions que les métiers de la construction ont données au BIM, - modélisation des données du bâtiment, gestion des données du bâtiment ou modèle de données du bâtiment -, nous nous interrogeons dans cet article sur la manière dont les données du bâtiment transforment ces métiers. Un projet en parallèle apparaît à côté de celui de construction. Ce projet que nous appelons « le projet de données », possède une temporalité et un système d'acteurs propres à lui-même, et répond à plusieurs problématiques rencontrées dans les projets dits « BIM ». Nous le considérons comme un projet à part entière, en partant des définitions de J.P. Boutinet ou R. Prost (Boutinet, 1990) (Prost, 2014) qui considèrent comme « projet » toute démarche globale qui envisage de répondre à une question ou un problème. Dans ce type de projet, la démarche répond aux enjeux informationnels des acteurs du monde de la construction, avec l'enjeu de créer une base de données exploitable. Pendant cette démarche, les acteurs vont choisir, créer, supprimer et récupérer des données durant toutes les phases du cycle de vie du bâtiment, de sa programmation, à son exploitation puis à sa démolition finale.

1.1 Les données du bâtiment

L'introduction de l'information dans les métiers de la construction a donné lieu à l'apparition de nouvelles tâches et métiers. Les missions liées à la création et la gestion des données n'existaient pas dans les métiers du secteur de la construction avant l'arrivée du BIM (Poyet, 1993). Par ailleurs, les techniques numériques préalables, en 3D, étaient basées sur la géométrie du projet et ne faisaient pas appel aux données économiques, environnementales etc. Par conséquent, les acteurs doivent se former à ces outils et intégrer de nouvelles tâches ou missions dans leur méthodologie de travail.

En France (Quintrand et al., 1985) et aussi à l'étranger (Eastman, 1980), plusieurs équipes de recherche ont travaillé dans le champ de la CAO pendant les années 80. De 1985 à 1989, à travers le programme IN.PRO.BAT - INformatique, PROductique et BATiment, le Plan Construction du Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des transports a financé des recherches qui portaient sur des perspectives encore peu explorées qui concernaient l'arrivée de l'informatique dans le secteur de la construction en France. Ces recherches ont donné lieu à des études qui répondent à une situation dans le monde de la construction, que lors de la révolution industrielle, essaye de gérer une quantité d'informations de plus en plus vaste. Les composants du bâtiment et les matériaux possèdent des spécifications de plus en plus complexes (Eastman, 1999) et leur standardisation et classification deviennent un enjeu depuis les années 50. Les classifications les plus utilisées, Uniformat et Omniclass ont été élaborées par le Construction Specifications Institute aux États-Unis (Afsari & Eastman, 2016) et elles ont d'ailleurs été intégrées dans les normes ISO du bâtiment : ISO 19650 et ISO 12006. Développées dans le monde anglo-saxon, ces classifications sont liées aux modes d'organisation du processus de conception et des données qui y ont cours. La rencontre des évolutions dans le champ de l'informatique et des processus et normes de standardisation, se sont matérialisés dans les logiciels et les méthodologies de travail « BIM ». Les difficultés rencontrées par le secteur de la construction, qui ont été identifiées lors de ces projets qui portaient sur l'intégration des classifications des données du bâtiment dans les logiciels de modélisation pendant les années 80 et 90 sont toujours d'actualité dans les projets en BIM (Burdèse, 1989) (Ferries et al., 1985). Aujourd'hui, les acteurs du monde de la construction ne sont pas formés à cette culture de la classification des informations que les projets en BIM sont en train d'imposer.

2 L'étude de cas d'un lycée en région parisienne

Afin d'illustrer les négociations qui ont lieu au sein du projet de données dans les projets BIM, cet article présente l'analyse d'une situation dans laquelle un acteur de la maîtrise d'œuvre demande à l'agence d'architecture, le renseignement des données des matériaux dans le cas d'étude d'un projet de rénovation et extension d'un lycée en région parisienne.

Le projet analysé est un bâtiment de type scolaire. Il s'agit d'un lycée commandé par l'administration publique en région parisienne, avec une partie à réhabiliter et une partie neuve. Cette étude de cas est issue d'un doctorat mené dans le cadre d'une CIFRE au sein du bureau d'études techniques ALTO Ingénierie. Dans cette recherche nous travaillons sur 3 études de cas et nous faisons l'observation participante dans plus d'une dizaine de projets. A partir de ce travail, on a choisi la situation de négociation que nous avons considérée comme la plus illustrative parmi l'ensemble des études de cas analysées. La situation choisie concerne la récupération des informations des matériaux depuis la maquette numérique de la partie neuve du lycée, puisque le programme demande la réalisation d'une étude d'Analyse de Cycle de Vie du bâtiment (ACV) qui n'intègre pas les parties en réhabilitation. Cette situation est significative parce que la complexité de la demande a eu comme résultat la rédaction d'un cahier de charges BIM spécifique sur l'ACV. L'observation des discussions sur le contenu du cahier de charges BIM ACV et son application, nous a permis d'analyser plus en détail le processus de négociation sur l'introduction et la récupération des données des matériaux.

2.2 L'analyse en triangulation

Le choix méthodologique pendant l'analyse de l'étude de cas, est basé sur la triangulation (Denzin, 1978) entre les documents contractuels (cahier de charges BIM, protocole BIM et notice BIM), les maquettes numériques et les entretiens semi-directifs réalisés avec les acteurs du projet. Cette même méthodologie est appliquée aussi dans les deux autres études de cas qui font partie de la thèse en cours. Même si dans cet article nous présentons uniquement les résultats de cette étude de cas, les hypothèses et l'observation ont été aussi influencés par les réflexions qui nous ont apporté les autres études de cas et l'observation participante au sein de l'entreprise.

L'analyse du projet a démarré par l'analyse documentaire. En effet, les protocoles et cahiers de charges donnent le contexte du renseignement de données au niveau « contractuel ». Ensuite, les entretiens apportent les représentations mentales des acteurs et leurs expériences. Finalement, l'étude des maquettes numériques a permis de vérifier les enjeux informationnels décrits dans les documents contractuels et dans les discours des acteurs. L'analyse documentaire a été développée de manière parallèle aux 4 entretiens semi-directifs avec quelques acteurs du projet de données. Dans l'analyse documentaire ont été pris en compte, le cahier de charges BIM, le protocole BIM et le cahier de charges BIM ACV. Ce dernier a été élaboré par le bureau d'études environnement, et intègre un tableau avec toutes les caractéristiques à renseigner par type d'élément (Figure 1). Dans ce cahier de charges les informations particulières et générales sont les données à introduire dans la maquette numérique, soit dans les paramètres de l'élément, soit dans les paramètres physiques ou thermiques du matériau. Ensuite, l'analyse des maquettes numériques comprend l'étude du renseignement de matériaux dans les maquettes des 5 bâtiments du projet. Cette analyse est faite à partir de l'extraction de tableaux en format Excel, qui structurent les informations renseignées par élément. Dans cette liste de propriétés renseignées par élément, il a été indiqué s'il s'agit des informations économiques, dimensionnelles, fonctionnelles etc. Finalement, les entretiens ont été réalisés avec le BIM manager, la Maîtrise d'ouvrage (MOA), le bureau d'études (BE), et l'assistant BIM à la Maîtrise d'ouvrage (AMO BIM).

Element	Informations générales		Couche	Matériau	Informations particulières			
Fondation et infrastructure	Dimensions (volume, épaisseur, etc.)	Ref commerciale	tout	Béton	Classe d'exposition	Classe de résistance	Type de ciment CEM	Taux de ferrailage kg/m3
	Dimensions (volume, épaisseur, etc.)	Ref commerciale	berlinoise	Profilé acier	Masse			
	Dimensions (volume, épaisseur, etc.)	Ref commerciale	berlinoise	Bois massif	Masse			
Sol	Dimensions (volume, épaisseur, etc.)	Ref commerciale	dalle	Béton coulé armé	Classe d'exposition	Classe de résistance	Type de ciment CEM	Taux de ferrailage kg/m3
	Dimensions (volume, épaisseur, etc.)	Ref commerciale	dalle	Béton préfa armé	Classe d'exposition	Classe de résistance	Type de ciment CEM	Taux de ferrailage kg/m3

FIGURE 1 – Extrait du tableau rédigé par le BE Environnement dans le Cahier de Charges BIM ACV avec la liste des informations générales et particulières à renseigner par éléments.

3 Les négociations autour du projet de données : Le cas de l'ACV BIM d'un lycée

3.1 Les rôles et missions des acteurs du projet de données

L'information renseignée dans les projets en BIM est importante parce que son introduction, sa fiabilité et sa pérennité facilitent le travail de tous les intervenants du projet, qui devront, par la suite, la chercher et la récupérer. De la même façon, la perte, les inexactitudes ou l'absence de ces informations entravent le travail de cette équipe. Une nouvelle méthodologie de travail relative à la gestion de l'information est mise en place dans les projets BIM. Toutes les négociations qui servent à identifier qui fait quoi, quand et comment, sont des moments de tension très intéressants, qui nous permettent d'observer comment s'organise la prise de décision dans chaque projet et quels sont les principaux enjeux des acteurs.

De nouveaux métiers et rôles sont apparus. Dans la maîtrise d'œuvre, les nouveaux rôles sont notamment : BIM manager, BIM coordinateur et BIM producteur ou modelleur. Dans l'étude de cas analysé le BIM manager porte la mission de coordinateur pour l'ensemble des acteurs du projet, notamment sur les aspects organisationnels et relatifs à la maquette numérique. Le BIM coordinateur est la personne qui gère ce projet BIM, à l'échelle de chaque entreprise ou entité, et qui travaille sur l'introduction, l'organisation et l'extraction des informations de la maquette numérique. La mission de BIM coordination dans cette opération est développée par les chefs de projets quand ils sont formés en BIM ou la personne avec plus de compétences BIM qui participe dans le projet. La mission du BIM modelleur ou BIM producteur correspond à celle des dessinateurs traditionnels du projet de construction, et son métier inclut parfois aussi les tâches d'introduction des informations dans la maquette.

Dans la hiérarchie traditionnelle d'un projet de construction, l'entité qui a le plus de pouvoir de décision est la maîtrise d'ouvrage (Courdurier & Tapie, 2005) (Blanc, 2010). Cependant, nous avons pu observer que la hiérarchie du système d'acteurs BIM s'organise différemment (Gueneau, 2019). Dans chaque commande, le pouvoir de décision revient d'habitude à l'entité qui porte la mission de « BIM manager ». Normalement, dans les projets BIM, les enjeux informationnels doivent se clarifier dès le démarrage du projet dans les documents contractuels. Cependant, de nouvelles questions peuvent émerger au cours du projet et le BIM manager est en charge de réaliser une sorte « d'arbitrage informationnel » : qui doit renseigner et savoir apporter quelles informations, pourquoi, pour qui, quand et

comment. Le rôle d'arbitrage du BIM manager met l'organisation dont ce BIM manager relève en position de domination sur le projet de données. Dans ce cas d'étude, la mission de BIM manager est portée par l'agence d'architecture.

Nous avons pu observer que la répartition de rôles BIM, entre le BIM manager et l'AMO BIM, n'est pas obligatoirement liée à des métiers spécifiques, alors que les modelleurs sont toujours soit architectes soit ingénieurs. Dans certains projets, la mission de BIM manager est développée, par exemple, par les économistes et dans d'autres projets comme le cas analysé, l'assistance BIM à la maîtrise d'ouvrage est assurée par le fournisseur du logiciel d'exploitation BIM, dans un registre purement informatique. A côté de la maîtrise d'ouvrage, nous avons pu rencontrer deux assistants BIM : l'assistant BIM manager et le fournisseur du logiciel d'exploitation BIM. Le premier assistant porte la mission de BIM manager conseiller du client. Complémentairement, le fournisseur spécialiste en logiciels d'exploitation, en tant qu'assistant, a rédigé le premier cahier des charges BIM du projet. Ce document est orienté vers la préparation d'une maquette numérique exploitable à la fin de la phase construction.

Entité	Rôle selon Loi MOP	Rôle BIM	Introduction de données		Extraction de données		Compétences BIM
Agence d'architecture	MOE	-BIM manager -BIM coordinateurs -BIM modelleurs	OUI	-Matériaux, surfaces, fonctions etc.	OUI	-Notamment celles des prix de l'économiste et des éléments constructifs du BE structure, pour sa prise en compte dans la conception du bâtiment.	Modélisation et informationnelles
BE Technique (fluides et environnement)	MOE	-BIM coordinateurs -BIM modelleurs	OUI	-Informations sur les fonctions des équipements, type de réseaux et matériaux etc.	OUI	-Notamment les données pour les calculs environnementaux et les données dimensionnelles et fonctionnelles de l'architecte.	Modélisation et informationnelles
BE Structure	MOE	-BIM coordinateurs -BIM modelleurs	OUI	-Les informations relatives à la structure - Matériaux structurels	OUI	-Par exemple les données dimensionnelles et fonctionnelles de l'architecte.	Modélisation et informationnelles
Economiste	MOE	-BIM coordinateur	OUI	-Notamment les prix	OUI	-Notamment les quantitatifs de l'architecte	Informationnelles
Assistant MOA Fournisseur logiciel	AMO-MOA	AMO BIM	Partiellement	-Rédaction de cahier de charges exploitation avec paramètres à renseigner.	OUI	-Les données récupérables par leur logiciel en phase exploitation	Informationnelles
Assistant MOA Manager	AMO-MOA	- AMO BIM - BIM manager	OUI	-Paramétrage visant l'exploitation	OUI	-Toutes les données demandées par le client.	Informationnelles
Organisme public	MOA	Futur BIM exploitant	NON			A partir des données reçues des AMO BIM	Informationnelles

TABLE 1 – Tableau de compétences et missions BIM dans l'étude de cas analysé

Toutes les informations à introduire selon le cahier de charges ACV de l'opération analysée, font partie des paramètres existants sur Revit (le logiciel de modélisation utilisé dans ce projet). Ces données comprennent le renseignement complet des caractéristiques physiques et thermiques des matériaux de tous les éléments de la partie en construction neuve, ainsi que la façon de nommer chaque matériau et de remplir le paramètre description. Ces données devaient être renseignées par les architectes à la suite du choix des matériaux, en complément, à celles du BE structure en ce qui concerne les matériaux des éléments structurels.

3.2 Analyse d'une situation de négociation

Les négociations au sein du projet de données sont un résultat évident des rapports de forces qui se développent autour de la création et de la gestion des données du bâtiment dans les projets de construction en BIM. Nous définissons les rapports de forces dans n'importe quel contexte, comme l'ensemble des relations de pouvoir ou de domination qui essaient de s'imposer dans les négociations entre les acteurs. Dans le contexte du BIM ces négociations ont lieu au sein d'un processus de coordination mené par le BIM manager. Nous allons illustrer ce constat à partir de l'analyse de la démarche de « récupération de données de matériaux pour la réalisation de calculs ACV » dans les diagrammes suivants :

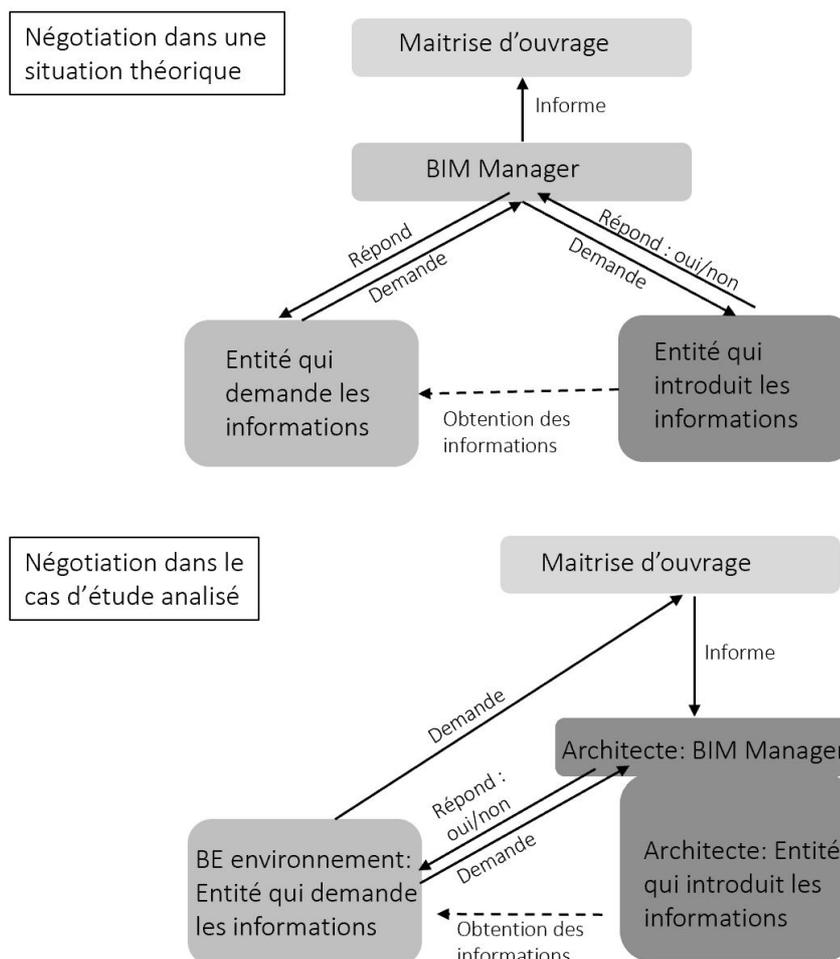


FIGURE 2 – Diagrammes sur la négociation dans l'introduction et la récupération des données demandées par le cahier de charges BIM ACV

La plupart des processus de négociation dans le projet de données sont nécessaires car les acteurs qui doivent introduire les données ne sont pas souvent ceux qui vont les extraire. Par exemple, dans le projet analysé, le bureau d'études environnement a besoin des informations sur les matériaux, renseignées par les architectes, pour réaliser ses analyses. Dans un cadre « théorique », (Figure 2- diagramme 1) l'entité qui demande les informations de matériaux doit négocier la mise en place de cette nouvelle mission avec le BIM manager, qui par la suite va négocier à son tour avec l'entité chargée du renseignement des propriétés de matériaux en phase conception. Dans l'exemple étudié (Figure 2- diagramme 2), ces négociations sont plus complexes parce que le BIM manager appartient à l'entité qui doit introduire ces informations, qui est l'agence d'architecture. Le fait de porter la mission de BIM manager donne plus de pouvoir à l'agence d'architecture. Par ailleurs, le bureau d'études fait appel à la maîtrise d'ouvrage afin de communiquer ses « besoins informationnels » et gagner, par son soutien, plus de pouvoir pendant la négociation. Ces tensions ont donc complètement modifié ce que nous avons décrit comme flux de négociation « théorique » ou équilibré.

3.3 Le rôle d'arbitrage du BIM manager

Les diagrammes ci-dessus illustrent la modification des rapports de forces au sein du projet de données, selon l'entité à laquelle appartient le BIM manager. La mission de BIM manager, dans ce projet, a donné plus de pouvoir à l'agence d'architecture, pendant l'arbitrage entre les intérêts de l'agence d'architecture et les intérêts du BE environnement. Rester impartial dans ce type de négociations devient très compliqué pour le BIM manager, même si, en entretien, il reconnaît l'importance du renseignement des matériaux demandé par le BE. En tant qu'architecte de la maîtrise d'œuvre, le BIM manager met l'accent sur l'addition de ces nouvelles tâches de renseignement de données qui représente, pour lui, une surcharge de travail, qui réduit le temps de production de plans et qui modifie les méthodologies de travail. Comme l'indique le BIM manager lors de l'entretien :

La principale contrainte dans cette démarche est le niveau d'information, en fait, ça demande un travail en plus qui est très très intéressant mais... il s'agit aussi d'une nouvelle manière de travailler où au lieu de mettre quelques textes sur les plans, on met l'information dans les objets. En fait, c'est une manière de travailler très différente, c'est très compliqué de tout renseigner et d'organiser les données en amont du projet. On a tendance à se concentrer pendant ces phases sur la modélisation sans avoir accès aux informations, dans ces projets on se retrouve à devoir travailler à l'inverse et c'est assez fastidieux. En plus, on se retrouve à devoir renseigner des informations et le projet n'est pas encore assez avancé pour détailler tout. On aurait aussi besoin eu temps pour organiser et introduire les informations et on ne l'a pas. [...] Pour ce type de bâtiment, je pense qu'il est très important de renseigner les informations des locaux techniques et des matériaux.

L'analyse de la maquette numérique et les documents contractuels montrent que le paramétrage de cette maquette a été préparé en prenant en compte, l'exploitation et la maintenance des équipements. Ils représentent les deux seuls enjeux du cahier de charges BIM depuis la phase programmation. En revanche, la demande du BE environnement est arrivée pendant la phase de conception, contretemps qui a obligé le bureau d'études à convaincre le BIM manager et la MOA de l'intérêt de sa demande et à intégrer le cahier de charges BIM ACV dans le cahier de charges BIM général du projet. Les demandes « informationnelles » qui ne sont pas identifiées en phase programmation, créent des problèmes pendant le développement du projet parce que les acteurs ne peuvent pas faire face à la surcharge de

travail occasionnée par les nouvelles demandes, comme c'est le cas de l'agence de l'architecture dans l'exemple analysé.

Une deuxième contrainte c'est la capacité des acteurs à définir les matériaux pendant la phase de conception, par exemple le BE structure n'était pas sûr encore du type de béton à utiliser en phase chantier avant la réalisation de tous les calculs finaux. Cependant, de la même façon qu'ils existent les pièces écrites dans toutes les étapes de la phase conception, le renseignement des informations peut évoluer tout au long du projet et il permettrait au reste des intervenants de réaliser leurs calculs et obtenir leurs quantitatifs. Aujourd'hui, il n'existe pas cette culture du renseignement, ni les missions sont bien définies. D'habitude, dans les projets observés le renseignement apparaît comme une surcharge de travail que les acteurs préfèrent décaler à la phase chantier, où l'obtention du DOE numérique dévient un vrai enjeu pour le client.

3.4 Coordination, coopération ou collaboration ?

La problématique rencontrée par le bureau d'études est d'ailleurs partagée par l'économiste. Quand il a eu besoin d'extraire les quantitatifs des matériaux depuis la maquette numérique, il a dû combiner cette extraction avec l'obtention de quantitatifs et mètres faits à la main à partir des plans. Les problèmes de renseignement des informations peuvent affecter le travail de plusieurs acteurs, dans ce projet, ils ont entravé le travail du BE environnement et de l'économiste.

Nous travaillons sur l'hypothèse que la négociation au sein de ce projet de données n'est plus de l'ordre de la coopération mais de la coordination non coopérative (Malone & Crowston, 1993). Dans la coopération, tous les acteurs intègrent dans leur problématique les besoins des autres (Riss S. et al., 2017) (Malone & Crowston, 2001) ; ici, les enjeux des différents concepteurs divergent et cela soulève des obstacles dans un processus basé, en théorie, sur la collaboration. En effet, puisque la collaboration représente un processus de coordination de l'action coopérative (Levan, 2016), si les acteurs ne parviennent pas à travailler de façon cohérente par la mise en commun de leurs enjeux, la collaboration n'est pas atteinte.

Dans cette étude de cas, ainsi que dans la plupart de projets où nous avons réalisé une observation participante, l'équipe globale d'acteurs du projet (Maîtrise d'ouvrage, économistes, architectes, bureau d'étude technique, exploitants, etc.) n'envisage pas un même but, même si les enjeux décrits dans le cahier des charges sont à respecter par tous les intervenants. Dans ce cas-là par exemple, nous avons pu constater que, même si le BE environnement a besoin de quelques informations pour ses calculs, pour l'agence d'architecture ce n'est pas prioritaire parce que cela demande du travail en plus et n'apporte rien à leurs propres enjeux. C'est la cas d'une coordination non coopérative, que nous rencontrons souvent dans les projets de construction en BIM.

4 Discussion

4.1 Les rapports de pouvoir pendant la négociation BIM

A partir de l'analyse du système d'acteurs BIM du projet de rénovation et d'extension d'un lycée en région parisienne, nous avons identifié deux questions qui conditionnent les rapports de pouvoir dans les processus de négociation du projet de données qui se développe dans chaque projet de construction BIM. Ces questions sont : qui est l'entité qui porte la mission du BIM Manager et de quelle entité viennent les demandes informationnelles.

L'organisme dans lequel le BIM manager opère va conditionner le renseignement de l'information de la maquette. Ici, le BIM manager a fait de la surcharge de travail des architectes une question centrale, parce qu'il est personnellement concerné. Nous faisons ensuite l'hypothèse que le type de formation ou métier original du BIM manager aura une influence sur sa façon de gérer le projet de données. Finalement, si la demande du renseignement d'un type de données vient du maître d'ouvrage ou du BIM manager et non des autres concepteurs, la démarche sera facilitée par le fait que les principaux arbitrages sont effectués par le BIM manager et par le maître d'ouvrage. Dans le cas contraire, les concepteurs auront à convaincre le client, le BIM manager et leurs partenaires de la maîtrise d'œuvre.

Cependant, le rôle et le pouvoir du BIM Manager sont aussi en lien avec ses compétences. Nous n'avons pas traité en profondeur l'importance des compétences des acteurs BIM du projet. Les compétences BIM et les compétences par métier sont aussi déterminantes dans les rapports de pouvoir, cet aspect est remarqué par les recherches sur le BIM et l'enseignement (Boutros & Ireman, 2017). D'une part, la recherche dans le champ de l'enseignement cherche à établir les compétences BIM des acteurs (Boton & Forgues, 2017). Porter ces compétences détermine la capacité de décision et la prise de responsabilité au sein d'un projet BIM, et cela comprend la prise de décisions à niveau informationnel. Ces compétences au sein de chaque entité, va déterminer aussi qui porte le rôle de BIM coordinateur et BIM manager. D'une autre part, le discours de Teulier sur la collaboration énonce la « confrontation de compétences », ce qui permet aux acteurs du projet d'observer la négociation depuis différents points de vue (Teulier, 2017). Cette caractéristique conséquence de la spécialisation des métiers de la construction, fait émerger des solutions riches mais aussi de discrédances.

Une dernière approche sur la question de la négociation dans les projets en BIM considère la maquette numérique du projet comme le cœur et le support de ces négociations (Cristia et al., 2018). Dans ce cas-là, le processus de négociation est étudié à partir des interactions des intervenants autour de la maquette numérique. Cependant, dans cette recherche nous observons les relations autour de la configuration de la base de données, et pas seulement autour de la maquette. Nous observons le projet en BIM pendant toute la longueur du cycle de vie comprenant par exemple la phase exploitation dans laquelle la configuration de la base de données est exprimée, d'habitude, en tant que fichiers en format Excel liées à une géométrie et à des outils d'exploitation.

4.2 Les enjeux des acteurs du projet de données

Les enjeux informationnels des acteurs du projet sont une question clé à développer et à prendre en compte dans chaque démarche BIM. L'importance de l'information dans ce type de projets fait que la réussite et le bon déroulement du projet sont conditionnés par la mise en commun des enjeux de tous les acteurs, leur nature et leur temporalité.

Les enjeux du projet (énergétiques, économiques, de maintenance etc.) sont attachés à un ou plusieurs acteurs du projet et vont se matérialiser dans la structuration des données de la maquette numérique. L'analyse des maquettes et documents BIM, permet d'identifier les enjeux des acteurs du monde de la construction. Ici, la maquette numérique fait l'objet d'une analyse documentaire spécifique à partir des extraits de tableaux en format Excel des informations des éléments du projet (équipements, portes, murs, espaces etc.). La classification des données dans le secteur de la construction relève d'une longue tradition (Afsari et Eastman, 2016) sur laquelle nous nous appuyons dans l'analyse de ces tableaux afin d'identifier, par exemple, si la donnée est dimensionnelle ou fonctionnelle. Une autre façon d'identifier ces enjeux est à partir du tableau des BIM uses (Tolmer et al., 2016), ou liste des usages du BIM qui fait partie du protocole BIM. Par exemple, si dans les BIM uses du

protocole a été introduite la maintenance des équipements, elle est considérée comme un enjeu du projet. La nature de ces enjeux est importante parce qu'elle aide à comprendre et caractériser les processus de négociation, selon le type d'enjeux qui sont mobilisés.

L'analyse des enjeux BIM pour tous les acteurs du projet, le plus en amont possible, va aider au bon déroulement du projet de données. La principale problématique rencontrée dans cette étude de cas a été la surcharge de travail provoquée par l'introduction des informations dans la maquette numérique alors qu'elle n'était pas prévue depuis le début du projet. Nous avons observé que, habituellement, en phase programmation les documents BIM sont focalisés uniquement sur les enjeux de la maîtrise d'ouvrage et de l'exploitant. Les besoins des concepteurs, entreprises de construction et même des habitants, en général, ne sont pas pris en compte parce qu'ils ne sont pas encore arrivés au projet. Ce décalage temporaire, est précurseur des premières démarches de négociation qui vont arriver dans le projet au moment où, un intervenant demande la prise en compte de ses besoins informationnels.

L'enjeu de commencer le processus BIM en phase programmation et d'identifier les rôles, les missions, et les besoins des intervenants du projet n'est pas nouveau ni exclusif du projet de données. Le Project Management Institute (PMI) et les standards qui permettent la mise en place de l'Integrated Design Process (IDP) portent aussi sur l'idée que la gestion du projet démarre en phase programmation et intègre la totalité des intervenants, leurs tâches et besoins (Ilozor & Kelly, 2012). Cependant, le IDP, appelé aussi PCI -processus de conception intégrée, en français (Forgues et al., 2017) - est focalisé vers des enjeux plutôt économiques et managériales de réduction de coûts. Par conséquent, si la base de données du bâtiment est prise en compte dans l'IDP, son structure et remplissage doivent répondre principalement à ces enjeux. Il faudrait approfondir sur les frictions qui peuvent apparaître, dans les projets en BIM qui suivent cette méthodologie de travail, quand il y a des enjeux confrontés aux économiques, comme par exemple les enjeux environnementaux.

Finalement, nous observons que le niveau de collaboration dans un projet en BIM dépend de la mise en commun des besoins et intérêts informationnels de l'ensemble des acteurs du projet de données. Un projet BIM représente une démarche de coopération plus collaborative quand chaque acteur du projet fait l'effort de mutualiser ses propres enjeux informationnels avec ceux du reste des intervenants.

Plusieurs exemples récents ont travaillé le processus de collaboration dans les projets en BIM à partir de l'analyse des études de cas en France. C'est le cas de S. Ben Rajeb qui a développé la définition de ces termes pour le travail de conception en BIM à la suite de son travail avec le Sharelab (Ben Rajeb & Leclercq, 2019) (Calixte et al., 2019) (Tahrani et al., 2017). Dans ses publications, elle présente la collaboration comme un processus qui va au-delà de la mise en commun des enjeux. Il s'agit plutôt d'un processus de co-conception dans lequel les tâches et les missions sont aussi partagées et mutualisées parmi les acteurs. Cependant, la notion de collaboration présentée par d'autres chercheurs comme Sylvain Kubicki est plus informelle et appuyée sur l'idée que la collaboration est plutôt le résultat d'une action collective obligée par l'interdépendance des acteurs du projet (Boton & Kubicki, 2014). Il introduit en 2006 la notion de coordination flexible de l'activité de construction (Kubicki, 2006). En conséquence, la terminologie utilisée pour définir le degré de collaboration ou coopération dans un projet en BIM n'est pas fixée. Ainsi, nous préférons nous focaliser sur les actions qui se dérivent de cette idée de collaboration et qui vont contribuer au projet de données. Pour l'instant, nous considérons que la mutualisation des enjeux est une action collaborative et se présente comme un aspect crucial à développer dans les projets en BIM qui visent la création d'une base de données exploitable. Par la suite, d'autres actions collaboratives seront aussi analysées et intégrées dans cette recherche.

5 Conclusions

Cette analyse apporte un point de vue différent sur les projets BIM, qui n'est plus basé sur des questions purement géométriques mais qui prend en compte surtout les questions informationnelles. Cette approche a permis de souligner l'importance du projet de données comme lien entre tous les métiers au sein de chaque entité. Nous avons pu observer dans cette démarche que même si les acteurs ne modélisent pas, ils commencent à s'intéresser à la récupération de données du projet de construction, soit de données dimensionnelles, de données de matériaux ou de données fonctionnelles.

La formation et l'acquisition de compétences des collaborateurs qui ne modélisent pas devient un enjeu dans les projets en BIM, car cela aide à élargir le cercle d'acteurs du projet de données et à favoriser la mise en place de négociations dans lesquelles tous les acteurs partent d'un niveau de connaissances plus équilibré et équitable. La compréhension des besoins des autres acteurs, du type d'informations qu'ils peuvent demander d'introduire et du niveau de difficulté de ces renseignements, va aider dans la communication parmi les acteurs du projet de construction.

Pour les intervenants qui font de la modélisation, il est nécessaire de classifier les données des éléments qu'ils modélisent et des données qu'ils ont besoin pour réaliser leurs calculs. Pour les intervenants qui ne modélisent pas, l'intérêt d'élaborer des tableaux avec leurs besoins dans l'esprit du tableau Figure 1) prépare pour cette étude de cas ACV et aidera au reste des intervenants de comprendre leurs besoins depuis le début du projet. La mutualisation des enjeux devient un besoin dans la préparation de bases de données exploitables depuis les phases de conception. D'ailleurs, la mise en place des projets qui suivent la méthodologie de travail IDP, répondrait aux besoins économiques et informationnels du projet. L'identification des enjeux depuis le début du projet facilite l'obtention et le stockage des données du bâtiment et permet la mise en place d'un processus beaucoup plus intégré, structuré et qui réduit potentiellement les risques d'erreurs dans le processus de construction par la suite.

Il existe une tendance à associer le BIM avec le cycle de vie du bâtiment, puisque le côté informationnel de cette nouvelle façon de concevoir permet le lien entre toutes les phases de vie du bâtiment. Cependant, nous avons pu observer dans cette étude de cas, que le cycle de vie du bâtiment n'est pas toujours une priorité. Avec toutes les démarches managériales, les acteurs risquent d'oublier que le cœur de ces projets est la donnée. Il existe un vrai intérêt à réfléchir de manière plus sociologique que managériale sur le type de données à renseigner, quand, comment et pourquoi, ainsi que les conséquences et les opportunités émanées de la création de ces bases de données.

Références

- Afsari K. & Eastman C.M. (2016), A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models. In the 52nd ASC Annual International Conference Proceedings
- Ben Rajeb S. & Leclercq P., (2019) BIM'ShareLab: A Framework for Advanced BIM Training. International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering. Springer. 133-141.
- Blanc M., (2010), Métiers et professions de l'urbanisme : l'ingénieur, l'architecte et les autres, *Espaces et sociétés* 2010/2 n° 142, pp. 131-150
- Boton C. & Forgues D. (2017), Les enjeux liés à l'intégration de l'approche BIM de modélisation des données du bâtiment à l'enseignement universitaire : cas d'une école d'ingénierie. *International Journal of Technologies in Higher Education*, 14. DOI: 10.18162/ritpu-2017-v14n2-01
- Boton C. & Kubicki S. (2014). Maturité des pratiques BIM : Dimensions de modélisation, pratiques collaboratives et technologies. In : *SCAN'14, 6ème Séminaire de Conception Architecturale Numérique*. pp. 45-56.

- Boutinet J.P., (1990) *Anthropologie du projet*, Paris, France: Presses universitaires de France.
- Boutros N., & Ireman P., (2017), Apporter la culture de collaboration BIM au sein de l'enseignement dans les écoles d'architecture et d'ingénieurs. *Le BIM éclairé par la recherche: Modélisation, collaboration & ingénierie*, 75.
- Burdèse, J-C., (1989) *La conception architecturale, tradition et CAO*, Ministère de l'équipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports, ENSA de Lille et Régions nord
- Calixte, X., Ben Rajeb S. & Gronier G. (2019) Questionnement de la synchronisation de l'information par les usages logiciels (BIM) en conception architecturale collaborative. 10ème colloque de Psychologie Ergonomique. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/238643>
- Courdurier E. & Tapie G., (2005), *Les professions de la maîtrise d'œuvre*, La Documentation Française
- Cristia E., Zalio P-P. & Guéna F., (2018), Quand le BIM met la maquette à l'épreuve du numérique. *SCAN'18 SHS Web of Conferences* 47, 01007
- Denzin N. K., (1978), *The research act : a theoretical introduction to sociological methods*. New York, McGraw-Hill.
- Eastman C. M., (1980). System facilities for CAD databases. In *Proceedings of the 17th Design Automation Conference* (pp. 50-56).
- Eastman C. M., (1999). *Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*, 1st éd. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Inc.
- Ferries B., Meilhat V., Pelegrin F. & Couillet A., (1985), Définition et validation d'un système de gestion de base de données spécifique au projet de conception-réalisation du projet architectural, CAOMIP, Toulouse
- Forgues D., Lavallée A. & Laberge V., (2017), Performance de la conception intégrée et intégration des technologies de l'information dans un contexte de travail multidisciplinaire: une étude exploratoire. *Canadian Journal of Civil Engineering*. Vol. 44 Issue 2, p129-137. 9p
- Gueneau J., (2019) *Le métier d'architecte et le BIM. Nouvelles répartitions des tâches et des responsabilités dans les métiers de la création* ». Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques.
- Ilozor, B.D & Kelly, D.J., (2012). Building Information Modeling and Integrated Project Delivery in the commercial Construction industry: a conceptual study, *Journal of engineering, project and production management*, 2 (1), 23-36.
- Kubicki S., (2006), *Assister la coordination flexible de l'activité de construction de bâtiments, Une approche par les modèles pour la proposition d'outils de visualisation du contexte de coopération*, PhD Thesis in Architecture Science, Université Henri Poincaré, Nancy
- Levan, S. K., (2016), *Management et Collaboration BIM*, Paris, Eyrolles.
- Malone T.W. & Crowston K., (2001) *The Interdisciplinary Study of Coordination*. In: Olson, G.M., Malone, T.W., Smith, J.B. (eds.) *Coordination Theory and Collaboration Technology*. London: Lawrence Erlbaum Assoc.
- Malone T. W. & Crowston K., (1993) What is Coordination Theory and How Can It Help Design Cooperative Work Systems? In: BAECKER, R. M. (ed.) *Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work*. Morgan Kaufmann.
- Poyet P., (1993), *Évolution des pratiques informatiques dans le secteur de la construction*, CSTB
- Prost R., (2014), *Pratiques de projet en architecture: le tournant silencieux : essai*, Gollion, Suisse: Infolio.
- Quintrand P., Autran J. & Florenzano M., (1985), *La conception assistée par ordinateur en architecture*, Paris
- Tahrani S., Forgues D. & Ben Rajeb S., (2017) Change management in an architecture agency: the application of "sharelab" for bim. *Canadian Society for Civil Engineering* 1, 329-338
- Teulier R., (2017), *La coopération : processus fondamentaux et implications pour le travail collaboratif dans une démarche BIM*. S. Riss, A. Talon, R. Teulier, *Le BIM éclairé par la recherche*, 59-74.
- Tolmer, C. & Castaing C., (2016), *Contribution à la mise en place d'un modèle d'ingénierie concurrente pour les projets de conception d'infrastructures linéaires urbaines : prise en compte des interactions entre enjeux, acteurs, échelles et objets* , Université Paris-Est–Marne-la-Vallée, Lab'Urba