

n°34
Repères
maîtrise d'ouvrage

Enjeux de la maquette numérique dans le logement social

Recherche conduite auprès de six organismes Hlm
par le laboratoire PREFics de l'Université Rennes 2

Collection Cahiers - mai 2017 - 25 €



GROUPE



L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT
Les Hlm, habiter mieux, bien vivre ensemble

Publication de l'Union sociale pour l'habitat

La RECHERCHE a été CONDUITE AVEC LE CONCOURS DES ORGANISMES HLM

Finistère Habitat, France Habitation, Habitat 76, 3F, Lille Métropole Habitat, Nantes Métropole Habitat.

RÉALISATION DE LA RECHERCHE ET DU RAPPORT

Hélène Bailleul, maîtresse de conférences en aménagement de l'espace et urbanisme, Université Rennes 2, UMR 6590 ESO

Jean-Luc Bouillon, professeur des universités en information et communication, Université Rennes 2, PREFics EA 7469

Bruno Chaudet, maître de conférences en information et communication, Université Rennes 2, PREFics EA 7469

Florian Hémont, maître de conférences en information et communication, Université Rennes 2, PREFics EA 7469

Marcela Patrascu, maîtresse de conférences en information et communication, Université Rennes 2, PREFics EA 7469

Amel Tebessi, doctorante en information et communication, Université Rennes 2, PREFics EA 7469

COORDINATION ET PILOTAGE

Pour l'Union sociale pour l'habitat

Dominique Belargent, responsable des partenariats institutionnels, direction de la communication

Christophe Boucaux, directeur de la maîtrise d'ouvrage et des politiques patrimoniales

Antoine Ferré, directeur de la mission numérique Hlm

Cécile Sémerly, responsable du département architecture et maîtrise d'ouvrage, direction de la maîtrise d'ouvrage et des politiques patrimoniales.

Pour la Caisse des Dépôts

Rojdi Karli, chargé de mission, service des études, direction des fonds d'épargne

Pierre Laurent, responsable du département du développement, direction des prêts et de l'habitat, direction des fonds d'épargne

Pour l'Université Rennes 2

Bruno Chaudet et **Jean-Luc Bouillon**, coordinateurs scientifiques

Maquette et réalisation : 62Avenue, Paris - Impression : DEJALINK - Stains - mai 2017.

Photo couverture : ©L'Union sociale pour l'habitat

Reproduction interdite - Dépôt légal : mars 2015, ISSN 2426-1629 - Collection Cahiers de l'Union sociale pour l'habitat.

ÉDITO

Fortement encouragée par le Plan de transition numérique dans le bâtiment (PTNB), l'introduction des nouvelles technologies dans le secteur du bâtiment peut représenter de nombreuses opportunités pour les organismes Hlm. Le développement du BIM dans les processus de construction et de réhabilitation de logements sociaux est présenté comme un levier de performance économique, patrimoniale et sociale : optimisation des coûts et des délais de conception et de construction des ouvrages, optimisation de la gestion patrimoniale sur la durée (entretien et maintenance), augmentation de la qualité de service au bénéfice des habitants.

Si elle semble inéluctable à terme, dans un mouvement global de rationalisation de l'activité à des fins d'optimisation et dans un contexte de recherche d'économies, la mobilisation des outils numériques pour concevoir, construire et gérer les logements sociaux soulève un certain nombre d'interrogations, dans un secteur en profonde mutation.

Avec le BIM, comment évoluent les modes de collaboration entre les acteurs de la construction (architectes, constructeurs, bureaux d'études, organismes Hlm) ? Quels sont les impacts sur les métiers de la maîtrise d'ouvrage Hlm ? Quels sont les freins rencontrés dans la mise en œuvre du BIM ? Quelles sont les conditions de réussite ?

L'Union sociale pour l'habitat et la Caisse des Dépôts ont confié une étude à une équipe de chercheurs du laboratoire PREFics (Université de Rennes 2) afin d'analyser l'introduction du BIM dans les pratiques de six organismes Hlm et de leurs partenaires : I3F, Habitat 29, Habitat 76, France Habitation, Nantes Métropole Habitat et Lille Métropole Habitat. Évolution des formes d'organisation et des métiers, changement de paradigmes et de temporalités, positionnement central de la « valeur donnée » dans la conception et la construction de logements sociaux : autant de sujets investis qui ont donné lieu aux analyses et observations présentées dans cette publication. Cette recherche a été conduite avec le concours du Plan urbanisme construction architecture (PUCA). Elle a fait l'objet d'un colloque national le 3 mai 2017 dont les actes seront prochainement diffusés.

sommaire

Présentation du projet de recherche	3
PARTIE 1	
Le BIM : un processus d'innovation ?	9
PARTIE 2	
BIM pour la maîtrise d'ouvrage : une variété d'approches et d'usages.....	13
PARTIE 3	
BIM management et formes d'organisation	25
PARTIE 4	
Changements de temporalités et de méthodes en maîtrise d'ouvrage et en maîtrise d'œuvre	33
PARTIE 5	
Le BIM, un processus de normalisation ? BIM et rationalisation des organisations dans le secteur de la construction	43
CONCLUSION	
Le BIM dans les organismes Hlm : quels bilans ?	61
Bibliographie générale	66



Présentation du projet de recherche

Le laboratoire PREFics de l'Université Rennes 2, l'Union sociale pour l'habitat et la Caisse des Dépôts ont proposé une étude intitulée initialement : « les enjeux du numérique dans les processus de construction et de réhabilitation des logements sociaux ». Très rapidement, la question du BIM s'est imposée comme la problématique centrale dans les processus de conception, de réalisation et de gestion des logements sociaux. La recherche a donc été orientée vers l'analyse et le développement du BIM (Building Information Model) dans les organismes Hlm intéressés par la démarche.

Qu'est-ce que le BIM ?

En guise d'introduction générale, et avant d'entrer dans le travail de recherche proprement dit, sans doute convient-il de poser quelques éléments qui permettent de définir plus précisément ce qu'est le BIM. Si une généalogie complète du BIM demeure à élaborer, la notion est ancienne et semble avoir été introduite dès les années 1970 par C.M. Eastman, professeur américain en architecture et informatique avant que l'acronyme actuel n'apparaisse dans la première moitié des années 2000, parallèlement aux premiers projets d'informatisation globale des acteurs du bâtiment. Pour C.M. Eastman, « *Building Information Modeling (BIM) offers a novel approach to design, construction, and facility management in which a digital representation of the building process is used to facilitate the exchange and interoperability of information in digital format. BIM is beginning to change the way buildings look, the way they function, and the ways in which they are designed and built** » (Eastman, 2011).

En France, suite à la promulgation d'une directive européenne en 2014 incitant à la mise en place du BIM, la mission « Numérique et Bâtiment » est lancée dans le cadre du Plan de relance de la construction. Les outils numériques sont identifiés comme « porteurs d'innovation pour le secteur » et le BIM comme une voie de développement qui permettrait de répondre aux objectifs du Plan : « construire et rénover plus de logements de meilleure qualité, notamment environnementale, et à moindre coût ». Cette mission a comme résultat la rédaction d'un rapport par Bertrand Delcambre faisant un état des lieux et des préconisations sur la question du BIM. Pour B. Delcambre, « *le BIM ("Building Information Modeling") s'impose comme la méthode de travail basée sur la collaboration autour d'une maquette numérique ; cette maquette s'enrichit des apports des différents intervenants sur l'ouvrage, de la conception à la construction, et de la réception à la fin de vie. Elle permet ainsi à toutes les parties prenantes de mieux représenter, anticiper et optimiser les choix, tout au long de la vie de l'ouvrage* » (Rapport Delcambre, 2014).

*Le BIM (Building Information Modeling – Modélisation des données du bâtiment) représente une nouvelle approche de la conception, de la construction et de la gestion des bâtiments dans laquelle le processus de construction est numérisé afin de faciliter l'échange et l'interopérabilité des données. Le BIM commence à faire évoluer l'aspect des bâtiments, la façon dont ils fonctionnent, et les manières dont ils sont conçus et construits. »

BIM = maquette numérique ?

Si la distinction entre BIM et maquette numérique semble être claire dans le rapport Delcambre, les deux syntagmes sont souvent compris comme synonymes. Pour Mediaconstruct, si la maquette numérique du bâtiment et BIM ne veulent pas dire la même chose, dans «*la bouche des professionnels et de la presse, le mot BIM englobe tout*». Lors des BIM's day 2011, cette synonymie paraissait comme évidente : «*Nous considérons l'expression maquette numérique comme un synonyme de BIM*».

Ainsi les questions de méthodes de travail basées sur la collaboration semblent parfois occultées pour donner plus d'importance aux aspects pragmatiques liés aux outils et logiciels de modélisation. Pour Olivier Celnik (2015, p.37), trois compréhensions semblent ressortir :

- ▶ **Building Information Model** : le fichier créé avec un logiciel métier spécifique, alliant objets, géolocalisation, géométrie, informations, sémantique...;
- ▶ **Building Information Modeling** : le processus de travail de ceux qui utilisent ces outils, dans un esprit de constitution de base de données du projet et d'échanges entre les acteurs;
- ▶ **Building Information Management** : le processus de gestion du projet, à travers des outils tels que la maquette numérique, le management de l'information et des acteurs.

En fonction du niveau d'avancement des différents acteurs dans la modélisation de la maquette numérique et du potentiel de travail collaboratif que cette maquette offre pour l'ensemble des acteurs, **trois niveaux de BIM sont définis dans le rapport Delcambre 2014** :

▶ Le BIM niveau 1

Il correspond à la modélisation d'une maquette numérique par chaque intervenant. Il s'agit donc d'une maquette isolée et construite en fonction des besoins de chacun. Elle ne sert pas pour l'échange inter-métiers.

▶ Le BIM niveau 2

Il correspond à une collaboration basée sur la maquette numérique avec un échange à double sens entre architectes, bureaux d'études et entreprises. La maquette devient donc collaborative. Le gestionnaire de cette collaboration est le BIM manager qui établit les rapports de synthèse.

▶ Le BIM niveau 3

Il correspond, selon le Rapport Delcambre, à «*l'objectif à atteindre*» en termes de modélisation et de collaboration. Ce niveau correspond à «*l'utilisation d'une maquette numérique et à son partage via un réseau aux différents acteurs qui peuvent s'y connecter à tout moment pour l'alimenter*». À ce niveau, le management du BIM devient une fonction centrale du projet qui est attribué à un BIM manager. Pour Bertrand Delcambre, le «*BIM manager*» n'est pas un nouveau métier, mais plutôt «*une nouvelle fonction, qui peut être assurée par les différents intervenants de la maîtrise d'œuvre*».

Dans cette recherche, le BIM désignera donc à la fois la maquette numérique 3D mais aussi les changements organisationnels que maquette et base de données sont supposées provoquer dans les formes d'organisation pour la conception, la construction et la gestion des logements.

Le BIM comme « Outil/Méthode »

Les activités de travail sont fréquemment marquées par une tension persistante entre les outils techniques (par exemple, les logiciels du BIM) et les méthodes d'organisation structurant les pratiques professionnelles, les formes de coordination de l'activité, etc. « *La méthode devance l'objet (technique) et implique une prévision dans la succession des phases de l'action et des modifications des matériaux* » (Simondon, 2005, pp. 86–87).

Nous considérons les outils et les méthodes comme étant intimement liés dans la mesure où les premiers sont un support d'inscription et d'incarnation des secondes. Nous recourons désormais au terme « outil » (ou dispositif technique) lorsqu'il s'agit du substrat matériel (maquette numérique), celui de « méthode » lorsqu'il s'agit des modes d'agir inscrits dans l'outil. Mais la plupart du temps, les deux aspects étant difficilement dissociables, et ce notamment lorsqu'il s'agit de la question du BIM, nous utilisons l'expression « outil-méthode » (Hémont, 2011).

Qui en parle ?

- › Rapport de Frank Hovorka et Pierre Mit, « Un avatar numérique de l'ouvrage et du patrimoine au service du bâtiment durable : le « Bâtiment et Informations Modélisés » (BIM), mars 2014
- › Cahiers pratiques du Moniteur, « Le point sur BIM (Building information modeling) » et « Le point sur BIM/Maquette numérique, contenu et niveau de développement », mars 2014 et mai 2014
- › Livre blanc de la Caisse des Dépôts, « Maquette numérique et gestion patrimoniale, Préparer la révolution numérique de l'industrie immobilière », avril 2014
- › Rapport du Plan Bâtiment Durable, « Rénovation des logements : du diagnostic à l'usage, Inventons ensemble la carte vitale du logement! », octobre 2014
- › Rapport ministériel de Bertrand Delcambre, « Mission Numérique Bâtiment », décembre 2014
- › Livre d'Olivier Celnik et Eric Lebègue, « BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction », 2014.

Le projet de recherche

L'objectif de cette recherche était d'observer et d'analyser les formes d'organisation, de communication, de coordination des acteurs impliqués, qui structurent actuellement les processus de conception, de réalisation et de gestion dans un contexte d'inflation réglementaire normative. Les différentes règles et standards de qualité de toutes sortes appellent en effet à une innovation permanente qui bouscule les pratiques de travail et de collaboration. Quelles sont les innovations managériales et techniques en cours de développement ? Quels sont les enjeux du numérique ? Comment les prendre en compte, les anticiper et les intégrer dans les process ?

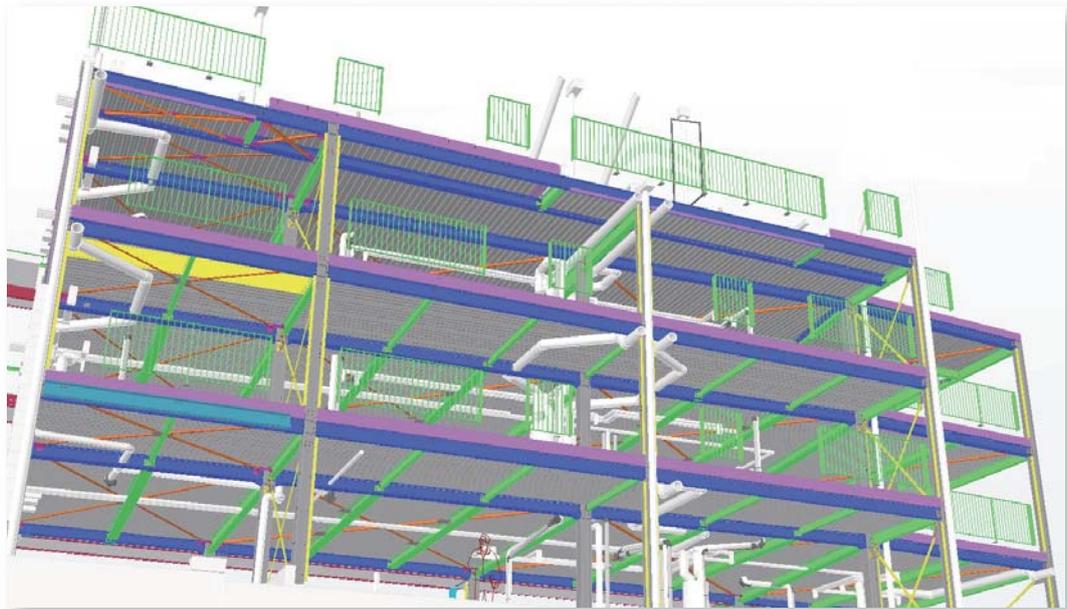
Cet accent mis sur les processus et la chaîne d'acteurs avait également pour ambition d'apporter des éléments sur l'évolution des métiers à l'ère de la « maîtrise d'ouvrage 2.0 ». Il s'agissait d'une part de rendre compte de la façon dont le numérique se manifeste, à l'heure actuelle, dans l'activité des équipes de maîtrise d'ouvrage, puis dans un deuxième temps d'analyser la façon dont ces évolutions confrontent ces métiers à des déplacements et recompositions.

En première analyse, et avant même de commencer le travail d'observation, l'équipe de recherche a listé quelques enjeux du numérique dans les processus de construction et de réhabilitation de logements sociaux. **Nous notons ainsi des enjeux :**

- › **d'optimisation** : dans quelle mesure le numérique permet-il d'optimiser le couple prix/performance ?
- › **de traçabilité et de capitalisation des connaissances** : si l'un des enjeux est de faire en sorte que les organismes Hlm puissent mieux gérer ses bâtiments sur une durée de 50 ans, comment modéliser ces connaissances et quelles sont les problématiques dans une logique de collaboration de tous les acteurs ?
- › **d'open data** : aborder la question de la capitalisation des connaissances dans le contexte du numérique invite à s'interroger sur les données, sur leur organisation et sur les algorithmes susceptibles de les mobiliser.
- › **de modélisation** : modéliser un bâtiment ne signifie pas simplement modéliser ses attributs (ex. : une fenêtre à triple vitrage) et ses comportements (ex. cette fenêtre s'ouvre de tel ou tel côté) mais aussi de modéliser les usages des bâtiments tel qu'ils sont imaginés et anticipés. Cela pose notamment des problèmes sur notre capacité à prévoir les comportements individuels et collectifs des futurs occupants. Cette dimension sera particulièrement importante en ce qui concerne les bâtiments BEPOS qui doivent produire plus d'énergie qu'ils n'en consomment.
- › **de mémoire organisationnelle et d'accompagnement au changement** : cela fait environ une vingtaine d'années que le numérique est appelé à modifier les pratiques et la collaboration entre tous les acteurs de la chaîne de construction. Mais la révolution perpétuellement annoncée n'est pas là. Nous nous inscrivons plutôt dans des évolutions de long terme où le contexte de chaque projet et de chaque acteur doit fortement être pris en compte. Le désir de créer une interface numérique unique pour mener les projets de construction et de réhabilitation apparaît à bien des égards comme un projet utopique qui a le défaut majeur de ne pas prendre en compte l'histoire et la mémoire technique et organisationnelle de chaque acteur.

Il s'agissait donc d'aborder les questions suivantes :

- › Quelles sont les dynamiques de changements organisationnels associées à l'introduction du BIM ?
- › Comment collaborent et se coordonnent les élus, les aménageurs, les architectes, les industriels de la construction, l'ingénierie, les entreprises, les maîtres d'ouvrage, les habitants, les exploitants ?
- › Comment est envisagée la modélisation des échanges ?
- › Comment capitaliser les connaissances dans ces dynamiques de collaboration ?
- › Quelles sont les normes qui structurent ces collaborations ?
- › Comment le numérique se manifeste-t-il dans l'activité de travail des personnels de maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, entreprises, exploitants ? Que disent-ils de la façon dont cela semble exercer des effets sur les pratiques professionnelles qui leur étaient habituelles ?
- › Quelles sont les compétences qui constituent des enjeux parce qu'elles ne seraient pas développées jusqu'alors ?



- › Quels sont les nouveaux métiers en émergence ou les professions qui s’emparent du sujet (BIM manager...)? Quels sont les métiers pouvant être mis en difficulté et quelles solutions apporter ?
- › Dans le contexte des normes environnementales, des normes techniques et du développement massif des TNC (Technologies numériques de l’information et de la communication), quelles formes d’organisation se mettent en place ?
- › Quels sont les apports et les limites du numérique dans ces logiques ?
- › Quelles formes d’innovation se développent entre les acteurs ?

Pour aborder toutes ces questions et réaliser un travail de terrain, le laboratoire PREFics, l’Union sociale pour l’habitat et la Caisse des Dépôts ont lancé un appel à projet auprès de l’ensemble des organismes Hlm. Six organismes ont été retenus parmi les dix-sept candidatures reçues : France Habitation, Habitat 29, Habitat 76, Immobilière 3F, Lille Métropole Habitat et Nantes Métropole Habitat.

Le projet a été conduit en deux étapes :

- › entre septembre 2015 et décembre 2015, l’équipe de recherche a réalisé des entretiens semi-directifs auprès des six maîtres d’ouvrage ;
- › puis de janvier 2016 à avril 2016, des entretiens ont été conduits avec les partenaires de ces maîtres d’ouvrage c’est-à-dire les architectes, les bureaux d’études techniques et les entreprises.

Deux séminaires de restitution des résultats ont été organisés. Un colloque est prévu le 3 mai 2017.

Cette étude a bénéficié d’un co-financement et d’une implication active de l’Union sociale pour l’habitat et de la Caisse des Dépôts. Le PUCA qui conduit également de nombreux travaux sur la maquette numérique a participé activement aux séminaires.



PARTIE 1

Le BIM : un processus d'innovation ?

INTRODUCTION

De nombreux articles ont déjà souligné les effets de la maquette numérique sur les processus organisationnels. Dans le secteur de l'automobile, de l'aéronautique, sur les activités de conception en général, la maquette numérique est présentée comme une plateforme collaborative permettant une intégration organisationnelle et logistique de l'ensemble des acteurs.

Parmi les gains escomptés de l'usage de la maquette numérique, les auteurs notent l'amélioration de la productivité de l'ingénierie avec une accélération en phase de conception, la réduction de la contrainte de proximité géographique dans le cadre de l'échange des connaissances, une capitalisation de ces connaissances dans un seul objet ainsi que la diminution des coûts de production et de coordination.

L'analyse des entretiens avec les directeurs de la maîtrise d'ouvrage qui ont été interrogés montre une continuité avec l'argumentaire développé par les divers experts et promoteurs du BIM qui considèrent que la maquette numérique est un outil au service d'une meilleure coordination et coopération des acteurs pour améliorer la conception et la gestion, avec à la clé **une amélioration de la performance qui serait atteinte par un management de la donnée et du travail collaboratif.**

Selon nos observations, la maquette numérique est souvent **utilisée comme un outil au service d'une meilleure compréhension du projet par les parties prenantes**, notamment les élus qui restent les premiers clients à convaincre. Si les intentions sont exprimées en ce sens, cet outil est pour le moment peu exploité pour rendre plus fluide la coordination et la coopération entre tous les acteurs, et pour mieux gérer les coûts de construction et de gestion. En maîtrise d'ouvrage, la maquette numérique sert essentiellement aujourd'hui de support de communication, permettant de mieux présenter le projet, de convaincre des interlocuteurs qui n'ont pas l'habitude de lire sur des plans. **La maquette numérique est ainsi surtout utilisée comme un outil de visualisation 3D** sans toutes les données de chaque élément. Et donc, dans la plupart des cas, une représentation virtuelle « commerciale » du bâtiment, sans les éléments techniques associés, suffirait. Il s'agit là d'un des usages de la maquette, mais qui peut exister hors BIM. C'est l'usage le plus simple d'accès. L'enjeu est bien de voir s'il y a d'autres usages intéressants pour la MOA.

Le cadre organisationnel de référence qui accompagne cette maquette numérique est alors le Product Lifecycle Management (PLM) dans lequel la maquette joue précisément un rôle de pivot (Corniou, 2010). **Le Product Lifecycle Management** est en fait un nouveau management de projet qui « *fournit un environnement collaboratif global dont l'objectif est de concevoir des produits virtuellement, de gérer leur cycle de vie et de simuler leurs processus de fabrication. Ainsi, tous les processus, de la conception à la maintenance et au recyclage, en passant par le marketing, peuvent exploiter, réutiliser et enrichir les mêmes informations relatives à un produit. L'enjeu est d'intégrer tout le projet dans un même objet numérique, d'intégrer les acteurs contributeurs dans une même organisation étendue qui se coordonne via l'outil et, dès les phases amont, d'intégrer les évolutions à venir lors du cycle de vie* » (Garel, 2011).

Apports du BIM : des opérationnels à convaincre

De nombreux chargés d'opération nous ont déclaré ne pas voir en quoi la maquette numérique pourrait permettre une meilleure qualité des projets. « *Le BIM peut être bon, mais sur le terrain, les ouvriers sont désintéressés de ce qu'ils font. Moi, j'aimerais bien trouver des ouvriers respectueux mais sur le terrain, ça ne sera jamais les machines qui vont construire. Il y a un manque d'encadrement des équipes* ». « *Malgré un cahier des charges très précis, nous constatons toujours des imprécisions, des imperfections, des 'ratés'* ».

Il y a donc un **débat assez net entre l'idée selon laquelle le BIM améliorerait la qualité en conception et l'idée selon laquelle il ne changerait rien** parce que ce qui compte, dans le fond, c'est la mise en œuvre, et qu'il y aurait un défaut majeur de qualification dans le secteur du bâtiment. C'est un débat assez vif car il n'y a pas encore véritablement d'usages de la maquette numérique qui se soient installés en phase réalisation et nous ne pouvons donc pas encore en évaluer les effets. Des pratiques semblent émerger pour contrôler la conformité du BIM avec le cahier des charges initial. Mais cette pratique ne concerne que la conception et non la réalisation.

Alors, si le BIM construction ne permet pas d'améliorer la qualité, permet-il d'améliorer la gestion in fine et faut-il donc lier les deux démarches de BIM construction et de BIM gestion ? Rien n'est moins sûr non plus et ce pour plusieurs raisons. D'abord, comme le suggère un directeur de la maîtrise d'ouvrage « *avec un rythme de production neuve de 2 à 3% an, il faudra plusieurs décennies pour avoir les maquettes de tout le patrimoine* ». Et puis surtout, la production d'un plan numérisé avec l'ensemble des équipements référencés nécessaires à la gestion de son patrimoine coûte environ 50 € par logement, alors qu'un BIM construction, selon les opérations observées, coûte entre 40 000 € HT et 160 000 € HT. Il y a un débat ici à approfondir. Mais s'il faut déconnecter le BIM gestion du BIM construction, peut-être faudrait-il arrêter de parler de BIM, qui est maintenant directement associé à l'univers de la maquette numérique, pour parler plutôt de management de la donnée.

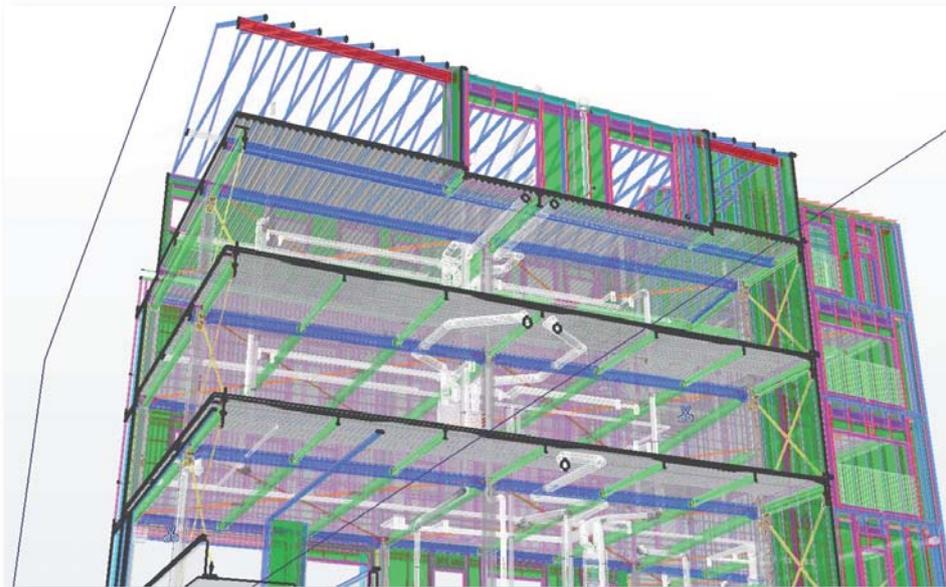
Deux méthodes d'accompagnement du BIM

Qu'en est-il des méthodes dans ce contexte ? L'ensemble de ces évolutions pourrait en effet marquer l'entrée du secteur du bâtiment dans l'ère des méthodes projets dites de l'ingénierie concurrente. Si méthode il y a, il faudra de toute façon qu'elle soit la plus légère possible, pour ne pas dire « agile ».

Pour notre part, nous avons observé au moins deux grandes méthodes générales.

- ▶ La première consiste à inscrire une sorte d'observatoire **des usages dans la structure organisationnelle**.
- ▶ La seconde consiste à mettre en place **une revue de projet dans laquelle les acteurs doivent inventer les usages pertinents de la maquette numérique**. Ce sont d'ailleurs deux méthodes qui ne sont pas contradictoires et qui sont tout à fait intéressantes.

La première permet de stabiliser le changement dans la structure organisationnelle. Tandis que l'autre permet de développer une méthode projet.



Ces évolutions doivent être mises en perspective avec les travaux menés en sociologie de l'innovation qui repèrent au moins trois variables permettant de travailler sur l'optimisation des processus de valorisation :

- › la création d'une unité chargée de la valorisation,
- › le développement des interfaces de communication entre les membres de l'organisation,
- › et la formalisation des procédures des prises de décision.

L'unité chargée de la valorisation souligne l'importance à accorder à la construction de la légitimité de la démarche. Pas d'innovation sans construction de la légitimité et donc sans un service, un département ou une direction chargée de ce travail. La création d'une direction numérique chez l'un des organismes Hlm participant à cette étude est à ce titre tout à fait exemplaire. Les deux derniers points suggèrent que les problématiques d'innovation relèvent des processus de coopération et de coordination mis en œuvre. C'est ici tout le travail qui doit être réalisé pour identifier les points de contact nécessaires entre les acteurs ainsi que les modalités de prises de décision qui doivent présider à ces rencontres. Une approche processuelle donc, ou dit autrement une approche projet, comme le révèle également ce qui a été mis en place chez l'un des organismes participants mais qui n'intègre pas encore la maquette numérique dans sa revue de projet.

Dans ce contexte, le BIM manager, dont la place est toutefois très controversée, pourrait être un garant du processus projet et un observateur des usages stabilisés et des usages émergents.

Pour conclure, nous pouvons dire que le processus d'innovation est enclenché et qu'il s'agit désormais de construire les usages et de les observer. L'idée est de considérer que le BIM ne pourra s'imposer comme innovation que si les acteurs, à tous les niveaux d'échelle, ont suffisamment de marge d'autonomie dans leurs expérimentations. Observer et construire les usages signifie que le meilleur chemin n'existe pas. Le développement du BIM passe ici par des essais et erreurs que chaque acteur doit finalement expérimenter pour adopter, pour un temps, les usages qui lui sont pertinents.

PARTIE 2

BIM pour la maîtrise d'ouvrage : une variété d'approches et d'usages

INTRODUCTION

Les représentations et les usages du BIM sont multiples. Deux stratégies différentes et complémentaires se dégagent néanmoins : le BIM conception-construction et le BIM gestion-exploitation. Les implications organisationnelles de ces deux approches témoignent d'une mise en processus de l'industrie du logement social proche des méthodes du Business Process Management (BPM).

Lorsque nous essayons de cartographier les différentes dimensions de la potentielle « valeur ajoutée » du BIM pour les acteurs des six maîtres d'ouvrages rencontrés, il en résulte quatre figures principales :

- › un espace de stockage exploitable notamment dans et par la gestion,
- › un outil et un support de communication et de commercialisation,
- › un dispositif collaboratif (dans une moindre mesure),
- › un instrument d'anticipation.

Le BIM comme espace de stockage des données projet

Le principal intérêt de la maîtrise d'ouvrage pour la maquette numérique réside, selon nos observations, dans l'exploitation de la maquette, une fois le chantier clos, par la gestion. Pour de nombreux acteurs, le BIM se confond ainsi avec « une base de donnée patrimoniale » exploitable par la gestion.

Plusieurs problématiques sont sous-jacentes à cette vision du BIM :

- › Le niveau de détail des données et la nécessité de « bâtir un référentiel ». Une tendance semble néanmoins s'imposer : le niveau de détail dans les différentes phases du projet BIM correspond pour l'instant au niveau de détails usuels pour les différentes phases actuelles du projet (APS, APD, PRO...).
- › La normalisation de la nomenclature des éléments et équipements qui doit permettre l'interopérabilité entre les différentes plateformes et logiciels. On observe des attentes très fortes de la part des acteurs dans le sens de la mise en place d'un écosystème logiciel cohérent, intuitif, orienté vers les usagers et au sein duquel l'interopérabilité fonctionne.
- › La formation des gestionnaires peu acculturés à la lecture et la compréhension des plans 3D.
- › En matière de maintenance, exploitation, gestion de la base de données patrimoniales, il existe une très forte attente des gestionnaires de parcs immobiliers sur l'anticipation des grandes vagues de réhabilitation et la question se pose donc de savoir comment rendre cette base de donnée vivante, exploitable, dans la longue durée. Comment va vieillir la maquette dans 20 ans ? Et comment l'empêcher de vieillir ?

Le BIM comme outil et support de communication/concertation/commercialisation

En maîtrise d'ouvrage, la maquette numérique pourrait permettre selon les acteurs, une meilleure compréhension du projet de construction ou de réhabilitation. Ce potentiel est lié aux possibilités offertes par la maquette en termes de visualisation 3D « interactive », et « environnante ». Ainsi les atouts de la maquette numérique sont très proches de ceux d'une maquette 3D « classique », avec en plus une interactivité et une exploitation plus détaillées, plus fines, plus « vivantes ».

Vis-à-vis des élus et riverains, la maquette numérique devrait pouvoir être un outil de communication et de concertation. Les acteurs rencontrés perçoivent un intérêt de la maquette également pour la **commercialisation**, car les **futurs habitants** pourraient ainsi mieux se projeter à la fois dans le logement et dans l'environnement.

Le BIM comme instrument d'amélioration des coopérations ?

Parmi ceux que nous avons rencontrés, peu de chargés d'opération voient dans le BIM un changement fondamental dans leur manière de travailler, de collaborer avec les différents acteurs. Mais lorsque nous les interrogeons sur leurs pratiques existantes de collaboration, on voit bien qu'il y a une place pour mieux faire. Un chargé d'opération qui travaille comme ses collègues, à partir de plans 2D qu'il annote de commentaires pour, par la suite, les envoyer par mail à l'architecte, trouve **un vrai potentiel dans la maquette en termes d'échanges de commentaires**. La possibilité d'ajouter des commentaires directement dans la maquette semble pour lui ainsi intéressante : « *on gagnerait du temps et en 'qualité' de l'information transmise* ».

Un autre chargé d'opération parle du potentiel de la maquette « *d'y voir sans y être* ». Il pointe notamment les limites des réunions de chantier, telles que mises en place actuellement et notamment le désengagement des entreprises malgré les pénalités : « *sur 10/15 entreprises, on en a parfois seulement 2 en réunion* ». Est-ce que la maquette pourrait répondre à ce désengagement ?

Néanmoins, la possibilité que le chargé d'opération devienne un contributeur de la maquette soulève des craintes en termes de surcharge de travail et de risque d'empiètement sur les attributions et responsabilités de la maîtrise d'œuvre. Enfin, cette vision du BIM en tant que dispositif collaboratif apparaît plus clairement exprimée, et c'est peut-être paradoxal, par les organismes qui débudent leur réflexion BIM et **qui ont des attentes très forte dans ce sens**.

Le BIM comme instrument d'anticipation

De manière générale, en termes de coopération et coordination entre les différents acteurs, **le BIM devrait permettre d'anticiper des erreurs**. Dans la vision des acteurs il devrait permettre d'éviter les nombreux ajustements, le non-respect des délais, un calcul plus précis des besoins matériels et des défauts, une anticipation du recyclage du bâtiment, une meilleure maîtrise des multiples risques. Nous sommes à l'évidence sur l'idée, voire même l'idéologie du passage d'un mode réactif de la maintenance du patrimoine à un mode prédictif.

Dans nos entretiens, il nous a semblé que l'un des intérêts du BIM tient dans le changement des principes qui commandent à la gestion du patrimoine. Il s'agit de passer d'un mode réactif à un mode d'anticipation, de programmation et de prévention de la maintenance des bâtiments, dont le BIM porte la promesse.

Lorsqu'on parle de **coopération, coordination**, on parle aussi de partage, mise en commun, capitalisation des connaissances, compétences et savoirs. Or, ces questions restent parfois dans l'ombre avec notamment la question de la capitalisation des connaissances et celle de la mémoire des projets. Dans ce domaine, les pratiques des organismes Hlm rencontrés sont hétérogènes. Dans un des organismes, les chargés d'opération échangent beaucoup entre eux, ont des réunions hebdomadaires, ont pris l'habitude de discuter, mais de façon très informelle. Dans un autre organisme, il

y a très peu d'échanges au point où un nouvel arrivé mettra beaucoup de temps à s'approprier le travail et le terrain. Dans ce dernier organisme, depuis peu, des processus « revue de projet » sont mis en place comme processus de collaboration.

« *Il n'y a aucun endroit où on garde une trace subjective des projets, un retour 'personnel' des expériences* ». Tout ce savoir qui se construit par l'expérience et qui n'est pas normé est l'un des enjeux du BIM sur le plan de la capitalisation des connaissances.

BIM conception-construction et BIM gestion-exploitation

Si le BIM renvoie à différentes conceptions (outil de gestion de l'information, outil de communication et outil de travail collaboratif en particulier), son intégration dans les activités des organismes Hlm fait également l'objet d'une grande diversité et soulève un ensemble de questions. L'enquête nous a permis d'identifier deux grandes approches stratégiques.

- › La première, que nous qualifierons ici de « BIM conception-construction » est centrée sur la mise en œuvre d'outils BIM (en particulier la maquette numérique) dans les phases de développement des programmes immobiliers (élaboration du cahier des charges par la maîtrise d'ouvrage, lancement de l'appel d'offre, réponses des groupements, sélection du lauréat, travail de conception par la maîtrise d'œuvre, interactions avec la maîtrise d'œuvre...) jusqu'à la livraison.
- › La seconde approche, définie comme « BIM gestion-exploitation », trouve sa place dans l'exploitation du patrimoine durant l'ensemble des étapes du cycle de vie des bâtiments (mises en location successives, entretien courant, réhabilitation, théoriquement jusqu'à la déconstruction). Elle repose sur l'élaboration, l'exploitation, la mise à jour permanente de bases de données structurant les informations patrimoniales dans le but d'en optimiser la gestion, quelle que soit l'ancienneté de ce patrimoine.

Les observations conduites tendent à mettre en évidence le fait que peu d'organismes se sont jusqu'à présent positionnés à la fois sur la conception-construction et la gestion-exploitation. Les logiques relevant de la création de nouveaux projets dans le premier cas et de la gestion du patrimoine dans le second sont très différentes. Si des passerelles existent entre les deux niveaux, leur mise en œuvre opérationnelle n'est pas évidente pour des raisons techniques et organisationnelles. Elle prendra du temps.

Nous présenterons dans un premier temps les principales caractéristiques de chacune de ces deux approches du BIM. Nous identifierons ensuite leurs implications organisationnelles, puis tenterons d'en préciser les limites et les conditions de développement.

Une mise en processus de l'industrie du logement social ?

Nous posons ici l'hypothèse que le développement du BIM constitue une manifestation de l'application des principes de rationalisation industrielle du Business Process Management (BPM, gestion des processus métiers) au secteur du logement social selon une logique proche de celle suivie par d'autres activités depuis deux décennies, dans l'industrie comme dans les services.

Renvoyant étymologiquement au latin *pro-cederer*, un **processus** désigne « *un mouvement dont l'auteur connaît l'objectif* » (Debauche et Mégard, 2004, p.15). Il regroupe un ensemble d'activités combinées les unes avec les autres pour arriver à une réalisation finalisée, pouvant prendre la forme d'un produit (par exemple un immeuble d'habitation) ou d'un service (par exemple la mise à disposition de logements sociaux).

Le modèle processus consiste en une formalisation extrême du contenu des activités concourant à la réalisation de ces produits et services, de leur conception à leur mise en œuvre, ainsi que des modalités de coordination de ces dernières. Il repose sur une logique de flux d'activité, centré sur le client ou l'utilisateur, qui en constitue l'origine (la cause du processus) et le destinataire (ou la finalité). En langage « processus », la sollicitation d'un client ou d'un usager constitue un input qui déclenche le processus pour donner lieu à un output, résultat des activités réalisées dans le cadre du processus et constitutives de ce dernier. À l'inverse des démarches gestionnaires traditionnelles centrées sur **une approche discrète de l'organisation** et fondées sur la prise en compte d'états successifs et sur le contrôle de ressources (par exemple gestion des stocks, gestion budgétaire), l'approche processus correspond à **une vision continue de l'activité organisationnelle**, renvoyant aux flux matériels et informationnels.

L'organisation-processus constitue le modèle actuellement dominant de l'agencement des activités productives. Il se traduit au travers d'un ensemble de méthodes et d'outils que l'on peut regrouper dans la gestion des processus métiers, ou *Business Process Management* (BPM). Inspiré du fonctionnement adopté par les industries dites « de process » telles que la chimie ou la sidérurgie et par la logique des « flux tendus » popularisée par le fonctionnement

de l'industrie automobile japonaise dans les années 1980, ce modèle s'est étendu à l'ensemble des secteurs industriels au cours des années 1990. Il s'inscrit dans le prolongement direct des démarches de *Business Process Reengineering* prônant une remise à plat du fonctionnement organisationnel dans une logique client-fournisseur et le recentrage de l'activité d'une organisation sur ses métiers de base, seuls à même de produire de la « valeur » dans

de bonnes conditions d'efficacité économique. Progressivement, le modèle de processus en est venu à constituer une véritable norme gestionnaire (Boussard, 2007), qui se traduit autant dans la forme adoptée par les recompositions organisationnelles que dans l'abondante littérature managériale consacrée aux processus métiers, et dans le développement de prestations de conseil et d'outils informatiques dédiés à la modélisation des organisations.

Le BIM conception-construction : aux origines de la mise en processus

Le développement du BIM conception-construction dans le secteur du logement social est largement lié à une demande du client final, c'est-à-dire de la maîtrise d'ouvrage. Ce mouvement, déjà présent depuis la fin des années 2000, s'est récemment accentué sous l'impulsion des politiques publiques liées au Plan transition numérique dans le bâtiment de juin 2014 et à la « Mission numérique » ayant donné lieu au rapport Delcambre, même si **d'autres acteurs** – les majors du bâtiment, la maîtrise d'œuvre, les éditeurs de logiciel – **ont certainement joué un rôle qu'il conviendra d'explorer***.

C'est ainsi que l'on peut considérer que le développement du BIM conception-construction s'effectue fréquemment à marche forcée, sous la pression du client – c'est-à-dire de la maîtrise d'ouvrage – qui « pousse » ou « entraîne » les groupements vers la maquette numérique. Cependant, pour l'instant, ce mode de fonctionnement est loin de concerner la majorité des projets de tous les organismes et n'est pas non plus exclusif, des projets pouvant être conduits en BIM sans que la maîtrise d'ouvrage n'en soit à l'origine.

Le BIM est investi dans les opérations de construction où l'organisme Hlm a une légitimité et une plus grande visibilité sur le process constructif : notamment les opérations de conception-réalisation qui contrairement à la loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée (dite loi MOP), favorisent l'anticipation et la coordination par la réponse aux appels d'offres sous forme de « groupement ». Parmi les organismes rencontrés, ce type de construction n'est pas majoritaire. L'usage du BIM concerne aujourd'hui un très petit pourcentage de la production de logements par les bailleurs (quelques dizaines ou centaines de logements sur une production de plusieurs milliers par an).

COMMENTAIRE

*Ce mouvement témoigne du développement de la gestion comme « forme sociale » au sens où l'entend V. Boussard (Boussard, 2007) : les méthodes et les cadres de pensée gestionnaires (en l'occurrence les processus-métiers) se diffusent dans l'ensemble de la société et tendent à devenir une norme, empreinte de « bonnes pratiques » qu'il convient de respecter indépendamment de leur adaptation aux spécificités d'un contexte d'activité donné.

Les stratégies conduisant les maîtres d'ouvrage à formuler des exigences en matière de BIM ne sont elles-mêmes pas toujours très claires, et semblent également être déployées dans l'urgence et avec des tâtonnements. Sur le plan managérial, le développement du BIM peut dépendre de différents services, émaner de différents niveaux hiérarchiques (direction ou services, voire individus). Les enjeux économiques et financiers (recherche de solutions pour construire moins cher dans un contexte de raréfaction de ressources budgétaires publiques), la pression des pouvoirs publics, la perspective d'une modification de la législation dans les années à venir, la nécessité de s'adapter avant d'y être contraint, constituent évidemment des raisons importantes. Mais une clarification des objectifs liés à la mise en œuvre du BIM ainsi que de l'intérêt de chaque partie prenante devra être effectuée. Les retours d'expérience seront importants de ce point de vue.

Comment cette nouvelle manière de travailler dans les métiers et processus fait-elle son chemin ? Quelques indices d'une innovation pilotée par le haut se font jour, tels que la contestation de la part de l'Ordre des architectes de l'inclusion d'un critère BIM dans les marchés, ou l'absence d'une contrainte claire (pas de législation, mais un « projet » de législation).

COMMENTAIRE

Pour l'instant, les éléments de constat nous permettent de faire appel à la notion d'« agencification » pour décrire ce processus de passage au BIM : pilotage à distance par le politique d'un process qui est incorporé par les organisations en anticipation d'une législation ou d'une contrainte à venir. Une potentielle révision de la loi MOP – non inscrite dans les agendas législatifs mais faisant l'objet d'une croyance parfois évoquée au sein des organismes – constitue un horizon que les organismes Hlm anticipent dans leur démarche de BIM.

L'écriture de la demande par la maîtrise d'ouvrage : cahiers des charges et gabarits

Ce mouvement se traduit par la publication d'appels d'offres par les maîtres d'ouvrage comportant des cahiers des charges, plus ou moins détaillés, imposant aux groupements de répondre en mobilisant le BIM, ici synonyme de maquette numérique.

Le **cahier des charges BIM** est un « addendum » à la procédure d'appel d'offres habituelle. Il consiste par rapport aux exemples observés, à l'énonciation d'un niveau de BIM exigé. Le niveau 3, correspondant à un BIM collaboratif basé sur une maquette numérique partagée dès la phase concours, est souvent demandé, même s'il constitue davantage un objectif qu'une réalité effective. L'élaboration du cahier des charges BIM peut donner lieu à une assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) qui prend la forme d'une mission confiée à un bureau d'étude, ou d'une réflexion avec des partenaires recherche (CSTB, École d'architecture, programme PUCA).

La formalisation peut aller jusqu'à la définition de « **gabarits** » ou de « **matrices** » (maquette pré-définie) cadrant le travail de conception. Ces dispositifs sont susceptibles de faire gagner du temps en supprimant les tâches fastidieuses de retranscription des préconisations de la maîtrise d'ouvrage. Mais ils risquent aussi de formater ce même travail, bridant l'appropriation et la compréhension de la demande qui doit être effectuée par la maîtrise d'œuvre, et faisant peser des interrogations sur le maintien de la capacité créative des architectes. Un débat existe sur cette rationalisation du travail de conception et sur les implications de l'écriture accrue de l'activité en amont dans l'ensemble du processus de conception-construction.

Une rationalisation des relations maîtrise d'ouvrage / maîtrise d'œuvre

Dans cette première perspective, le BIM constitue un dispositif de coordination des activités, particulièrement tourné vers la conception-réalisation. Il renvoie à **une technologie d'accompagnement de la coopération** (Bazet, de Terssac, 2007), en particulier du côté maîtrise d'ouvrage.

Cela se traduit par une mise en visibilité plus importante du travail du groupement, y compris en phase concours, avec des interactions plus fréquentes et plus approfondies entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre. Le travail s'opère sur une modélisation du bâtiment de plus en plus complète, offrant la possibilité d'interventions de la maîtrise d'ouvrage tout au long du processus de conception, et se traduisant par une intervention de cette dernière dans le fonctionnement de la maîtrise d'œuvre.

Ce rapport plus étroit entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre se traduit par une nécessité de mise à niveau de la MOA pour répondre à ses prestataires. Cette question est plus généralement traitée via la mise en place de **formations en interne sur les logiciels** qui seront nécessaires à cet accompagnement plus resserré.

Nous avons relevé des réflexions quant à cette nécessité d'incorporer l'innovation en interne : est-ce au maître d'ouvrage de se former ou bien à l'architecte uniquement de s'approprier ces nouveaux outils ? Des questions sont posées quant à l'accompagnement du changement chez les prestataires, au même titre que celui que l'organisme doit mettre en place en interne. Cette intervention de la maîtrise d'ouvrage se poursuit jusqu'au niveau du contrôle de conception et des revues de plan équipées informatiquement par un outil qui implique la transmission de la donnée du fournisseur vers le client.

BIM gestion-exploitation : une approche patrimoniale

Aux côtés de l'entrée par la rationalisation de la conception et de la construction, une seconde approche du BIM est centrée sur **la gestion et l'exploitation**. La stratégie est ici plus clairement exprimée, dans la mesure où il s'agit d'optimiser à tous les niveaux (coûts administratifs et coûts matériels) l'ensemble des coûts de gestion et d'exploitation sur la totalité du cycle de vie d'un bâtiment, au fil des locations, de l'entretien courant et des réhabilitations.

La maquette numérique et les représentations en 3D qu'elle peut offrir jouent ici un rôle relatif. Le cœur du BIM gestion-exploitation est constitué par une base de données, qui rassemble en théorie l'intégralité des informations relatives à un immeuble (logements, parties communes, gros œuvre) et à l'ensemble des immeubles constituant le patrimoine d'un organisme. L'optimisation attendue repose largement sur la maîtrise des données.

Les outils informatiques de gestion-exploitation sont en général articulés à des progiciels de gestion locative, qu'ils complètent. Ils proposent une entrée par le « plan » des bâtiments, puisque ce dernier est modélisé, offrant ainsi une meilleure mise en relation entre le patrimoine physique effectif et son évaluation comptable et administrative. L'utilisation du BIM gestion-exploitation est tout de même plus spécifiquement le propre des techniciens, les administratifs continuant à utiliser plutôt le progiciel de gestion intégré.

L'anticipation de gains financiers... et d'une réduction de l'incertitude

Pour nombre d'organismes Hlm, le développement de la maquette numérique et d'une « base de données bâtiments » vise une meilleure connaissance du patrimoine et de son vieillissement (ainsi que des coûts occasionnés), avec une possibilité de mise à jour en temps réel.

Il s'agit également de pouvoir **mieux anticiper, planifier et préparer les réhabilitations**, en optimisant les coûts des achats et des travaux.

Du point de vue de l'exploitation, les gains attendus sont de nature différente :

- › **optimisation budgétaire**, passant par l'amélioration des délais, des recettes locatives, des coûts d'entretien (possibilité d'achat groupé et surtout d'avoir des quantitatifs justes).
- › **économie par rapport à des remplacements d'équipements**, des travaux d'entretien réalisés au coup par coup.
- › **facilité de gestion** : connexion du « diagnostic de terrain » avec la base de données permettant d'automatiser certaines tâches (notamment l'émission de bons de commandes, de formulaires d'état des lieux, etc.).
- › **suivi et archivage** des différents travaux menés dans un logement, fonctions stratégiques au moment de la relocation.
- › **gain en termes d'efficacité interne** : les données produites par un service peuvent être récupérées par un autre. Le BIM est lié au réseau social d'entreprise.
- › **facilité d'usage** : les outils BIM seraient utilisables sur site par les gardiens d'immeuble ou les gestionnaires de site.
- › **capacité d'anticipation des travaux** avec la possibilité de programmation pluriannuelle d'investissement.
- › **meilleure visibilité au moment des opérations de renouvellement ou de réhabilitation** : l'état initial des bâtiments sera connu, les cahiers des charges pourront être plus précis.

La donnée conforte ainsi sa place de ressource stratégique pour l'organisation. Ceci suppose la transformation d'une organisation centrée autour de la donnée avec par conséquent tout un travail de maintenance, de mise à jour, d'entretien de la cohérence des données réalisé au quotidien. Les métiers de la gestion de données se trouvent revalorisés au sein de l'entreprise.

Une modification des relations entre les parties prenantes

Le développement du BIM modifie les relations entre les parties prenantes, au sein des groupements de la maîtrise d'œuvre, et entre la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage. Cette évolution constitue la traduction de la mise en visibilité de l'activité et de son écriture sous différentes formes (processus, applications informatiques, cahiers des charges...). S'il n'est pas naturel de parler de chaîne de production dans le milieu du logement social, à la différence du secteur industriel, la refonte des processus générée par le BIM conduit à observer l'évolution de l'organisation de l'entreprise de logement social investie dans une démarche BIM.

On note ainsi le passage d'une organisation en services relativement segmentés à la genèse d'une plate-forme de travail collaborative autour de la valeur « données » de l'ouvrage jusqu'à son exécution puis sa gestion. Le BIM est posé comme vecteur de l'optimisation de la valeur « données » du patrimoine et amène les organismes à revisiter les étapes de travail et les supports d'échange (du papier au numérique) :

- › réorganisation des relations de marché (rapports donneurs d'ordre/sous-traitants) en introduisant l'exigence d'une maquette numérique (pour le neuf) ou de transmission de données sur les composants (pour l'entretien et la réhabilitation) ;
- › passage à la facturation par voies numériques, fluidité dans la relation aux fournisseurs (réduction des étapes et des délais) ;
- › formalisation accrue des prescriptions techniques, de la commande d'un ouvrage jusqu'à son exécution puis à sa gestion.

D'une manière générale, le BIM semble être un vecteur qui pousse à certaines transformations. La principale semblant être un décloisonnement des silos fonctionnels de l'organisation. Une dynamique de refonte des processus et surtout une logique de mise en visibilité des pratiques des uns et des autres semblent s'amorcer. L'objectif étant pour l'heure de s'entendre entre services, sur le périmètre de ce qui sera nécessaire et possible de demander aux entreprises par l'intermédiaire du cahier des charges.

Différentes questions émergent dans ce cadre :

- › cette mutation vient bouleverser les modalités de réalisation des missions telles que définies par la loi MOP ;
- › un défi à relever pour les partenaires de la maîtrise d'ouvrage : beaucoup de réunions de régulation dans le processus de projet. Mais ceux-ci développent de nouvelles compétences et une meilleure gestion du chantier ;
- › un nouveau jeu d'acteurs à réguler : tensions entre maîtrise d'ouvrage, bureaux d'études et architectes.

La question des compétences des différents acteurs

L'acquisition par les différents acteurs au niveau maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage **des compétences nécessaires en conception-construction et en gestion-exploitation** constitue également un enjeu important pour le développement du BIM. On entend ainsi parfois parler de « résistance au changement » pour caractériser les difficultés des projets BIM.

En quoi consiste la résistance au changement, et pourquoi y a-t-il résistance au changement ?

Cette dernière est largement liée aux transformations des identités professionnelles associées au BIM et aux évolutions des organisations mises en processus, se traduisant par des évolutions des modalités du « travailler ensemble ».

Plusieurs types de compétences demandent ainsi à être acquises.

- ▶ En premier lieu, **des compétences techniques**, liées à l'utilisation des logiciels pour réaliser l'activité, quelle qu'elle soit. Ces compétences sont souvent peu maîtrisées en interne. La fonction de BIM manager est en cours de définition. On peut se demander s'il s'agit d'une profession appelée à évoluer et à se structurer, ou à disparaître au fur et à mesure qu'elle se fonde dans les pratiques professionnelles constituant les métiers existants.
- ▶ Au-delà des compétences purement techniques, se trouvent **des compétences socio-cognitives**, liées à la capacité des acteurs à voir, comprendre, reconstruire le sens des innombrables données issues des applications liées au BIM. Sur le plan du BIM conception-construction, le développement des outils de conception numérique se traduit par une modification profonde de la manière de concevoir un bâtiment, en intégrant les contraintes du cahier des charges. **Le travail des architectes évolue en profondeur.** Parallèlement, le travail d'analyse des propositions formulées par la maîtrise d'œuvre est amené à évoluer, au même titre que le contrôle de conception et de recettage en fin de projet. La mobilisation d'outils 3D et de « viewers » plus ou moins sophistiqués, qui offrent en apparence un rendu plus réaliste, plus esthétique et plus complet que les plans 2D traditionnels, **se heurte à des problèmes de lisibilité, de visibilité et de repérage.** L'environnement 3D, même lorsque les applications fonctionnent comme prévu et que les conditions de visualisation sont bonnes (salle et matériel de vidéoprojection adaptés), tend à modifier en profondeur le rapport entre général et particulier, ainsi que la possibilité de passer de l'un à l'autre.

Le risque existe de se perdre dans le détail, le retour à des vues 2D constituant souvent un point de passage inévitable pour s'orienter convenablement dans le projet. Cette difficulté concerne en premier lieu l'acteur qui anime et doit faire comprendre le projet aux participants afin de recueillir leur avis (lors des échanges en conception côté maîtrise d'œuvre, en contrôle de conception côté maîtrise d'ouvrage...). Elle concerne également les participants qui doivent interpréter, analyser, juger, ce qui leur est montré. Le BIM modifie les manières de concevoir, de représenter. Il influence le travail de création et tend à le cadrer de manière assez forte, avec une influence importante des entreprises (notamment des majors). Ceci rejoint les travaux de Florent Champy, sociologue des professions, qui a interrogé les effets de la rationalisation sur les professions caractérisées par une importante dimension de création et de conception et une forte intensité relationnelle (Champy, 1999 ; 2015).

- ▶ Le développement du BIM collaboratif, en conception-construction comme en gestion-exploitation, implique enfin l'acquisition de **compétences communicationnelles**. Ces dernières sont nécessaires pour apprendre à travailler ensemble, c'est-à-dire à échanger (de manière techniquement médiatisée ou non), négocier, partager des points de vue, s'opposer sur ces derniers. Une organisation processus ne peut fonctionner uniquement sur la logique de transmission d'informations qui la caractérise. **Travailler ensemble n'est pas travailler à plusieurs ou coordonner des travaux individuels d'acteurs travaillant de manière isolée. Le BIM coordonne mais ne crée pas nécessairement de coopération.**

Communication, coopération, coordination

Si l'idée selon laquelle le BIM améliore la collaboration est répandue, il s'agit de bien définir ce que l'on entend par ce terme. Nous pouvons ainsi reprendre la conception de Serge Levan, dans *Travail collaboratif sur Internet*, qui considère que la collaboration implique la maîtrise et l'intrication de trois processus différents et complémentaires : communication, coopération et coordination. Pour que le BIM soit réellement collaboratif, il s'agit de s'assurer qu'il permet d'engager ces trois types de processus.

- ▶ Le processus de communication est celui qui permet de parler le même langage. La norme ISO IFC permet en l'occurrence aux machines d'échanger entre elles et assure au moins le processus de communication d'un point de vue technique.
- ▶ Le processus de coopération est celui qui amène les acteurs à partager un projet commun, à construire du sens ensemble, à discuter des

modalités d'organisation... Il faut ici être vigilant pour que le BIM accompagne ce processus et aborde ainsi la question managériale de manière centrale.

- ▶ Le processus de coordination consiste en une répartition dans le temps des activités entre les acteurs qui peuvent ainsi avancer dans leur travail.

Le rêve du projet taylorien était précisément de penser en amont le processus de coordination de la production de telle manière que les acteurs n'aient plus à coopérer. La coordination était alors gérée par les machines, et si les acteurs avaient besoin de coopérer et donc de se parler pour travailler, c'est qu'il y avait un problème à résoudre.

C'est notamment ce risque que recèle tout objet technique et qui nous permet d'alerter sur le fait que si le BIM permet la coordination, il ne crée pas nécessairement de la coopération.

CONCLUSION : LES RISQUES DE L'EXCÈS DE FORMALISATION

L'accroissement de la formalisation des activités lié au BIM entre en tension avec les inévitables ajustements que comporte tout projet, où les imprévus demeurent nombreux – même s'il s'agit de les réduire – et où une part d'incertitude radicale persiste.

La sociologie de la régulation sociale (Reynaud, 1988, de Terssac, 2002, 2003) a montré que les environnements professionnels les plus formalisés par des règles de contrôle (ici, les cahiers des charges, matrices, gabarits BIM, les applications partagées elles-mêmes...) étaient inévitablement incomplets, l'ensemble des aléas d'un projet ne pouvant être prévus. La conception d'un bâtiment relève en effet d'un « travail créateur » (Menger, 2009) qui se caractérise par la nécessité de trouver collectivement et en situation des solutions, de manière non déterminée. Ceci implique de désobéir aux règles formelles et d'élaborer localement des « **régulations autonomes** », tolérées par les hiérarchies, parce qu'elles sont indispensables à la bonne conduite du projet. Celles-ci prennent la forme de discussions, de négociations face à des dispositions inapplicables ou incohérentes, d'accords et d'ententes plus ou moins tacites et plus ou moins officielles. Ces régulations autonomes, plus ou moins dissimulées, conditionnent l'innovation et sont elles-mêmes productrices d'organisation. En cela, elles sont indispensables à l'appropriation du BIM dans ses différents aspects et à la constitution des organisations « transversales » attendues de la logique processus, transcendant les frontières entre acteurs, voire même entre maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage. Une trop grande formalisation des processus en lien avec une utilisation trop rigide des outils est de nature à rendre ces régulations autonomes plus difficiles, et à limiter l'appropriation des nouvelles méthodes de travail. En d'autres termes, trop de BIM et de processus risque de « tuer » le BIM et les processus...

Du point de vue gestion-exploitation, le degré de formalisation pose également des questions. En théorie, il est possible d'atteindre un niveau de granularité dans la modélisation du patrimoine extrêmement précis, confinant à l'exhaustivité. L'ensemble des accessoires (prises, robinets, interrupteurs...) peut ainsi intégrer une base de données et être suivie sur le long terme, au moins dans les constructions neuves réalisées avec le BIM conception-construction : la maquette finale fournie par la maîtrise d'œuvre doit (au moins à terme) intégrer l'ensemble des éléments évoqués ci-dessus, les références devant pouvoir être importées dans un outil de gestion de patrimoine (connecteurs spécifiques à développer).

Mais jusqu'où faut-il, est-il pertinent d'aller en matière de granularité ? Le coût de la modélisation de l'ensemble des détails « peu coûteux » d'un immeuble ne risque-t-il pas de devenir supérieur aux bénéfices attendus de cette modélisation, en termes d'économies sur les coûts de maintenance ? D'autant que les investissements sont importants.

Il importe ainsi de préserver les régulations conjointes (Reynaud, 1988). **Le BIM, tant en gestion qu'en conception, doit constituer un outil au service d'une stratégie et pas une finalité en soi ou un objet technique déterminant la stratégie organisationnelle.**

PARTIE 3

BIM management et formes d'organisation

INTRODUCTION

Le BIM n'est pas qu'une solution technique, un ensemble de dispositifs numériques, c'est aussi et surtout une méthode de travail, une « technologie d'organisation » (de Terssac & Bazet, 2007). Il s'agit donc là d'un outil-méthode qui participe de transformations dans la manière de produire et la manière d'exploiter des bâtiments. En nous appuyant sur nos entretiens, nous souhaitons ici identifier quelques éléments factuels concernant les mutations en devenir telles qu'elles sont envisagées par les professionnels avec lesquels nous nous sommes entretenus.

Des modifications organisationnelles : vers une logique préventive (quasi-prédictive)

Les collaborateurs des organismes Hlm impliqués dans les projets, directement (chargés d'opération, chefs de projet) ou indirectement (collaborateurs de DSI) ont clairement exprimé que la recherche de diminution des délais de production était l'un des objectifs visé de manière, au final, à engager une diminution des coûts de production et de gestion afin de réduire le coût d'accès aux habitants des Hlm. Suivant ce dessein, d'une manière générale, les discours des acteurs rencontrés semblent entrevoir la mise en place d'une certaine forme de rationalisation de l'activité comme une solution potentielle. Cette rationalisation s'énonce selon différents axes.

Tout d'abord, on peut assez rapidement noter les espoirs d'une même information partagée par tous, car la logique de travail de coordination BIM s'appuie sur ce fondement. L'engagement dans un processus BIM et l'investissement dans les outils et moyens qui concrétisent cette mise en place (logiciels, formations, etc.) sont caractérisés par la recherche d'une même information partagée par tous les collaborateurs d'un projet, en interne et en externe. La fluidité de la circulation de l'information apparaît dès lors comme un objectif et un moyen de faire aboutir de façon plus efficiente (en termes de coût et de délais) un projet de construction, de réhabilitation de logements sociaux, et d'assurer les conditions optimales de la gestion des ouvrages dans la durée.

Il est question d'une forme de gestion :

1. de la production des bâtiments suivant laquelle le traitement de toutes les difficultés est remonté du chantier à la co-élaboration de la maquette ;
2. d'exploitation quasi-prédictive qui s'opèrerait par l'intermédiaire de tableaux de bords élaborés à partir d'un croisement de données (type « big data »).

Notons toutefois que le rêve énoncé de cette gestion prédictive, qui dépend de la base de données, rencontre d'ores et déjà quelques difficultés : certains acteurs nous expliquent que traiter aujourd'hui la question de l'amiante serait beaucoup plus rapide et moins onéreux s'ils avaient une base de données permettant de remonter aux matériaux ayant servi à la construction des bâtiments (cela éviterait, notamment, de nom-

breux diagnostics). Cependant, dans la mesure où il paraît difficile d'anticiper les éléments qui, dans le futur, pourraient être considérés comme nocifs, cela renverrait au besoin d'une sémantisation de l'ensemble des matériaux relativement poussée. Ce qui reviendrait à déléguer aux concepteurs des bâtiments cette lourde tâche chronophage, et de reporter sur cette phase le surcoût d'une telle démarche. Par ailleurs, un autre point important

à soulever tient dans la pérennité des systèmes d'information. Si de nos jours il est coûteux et complexe de maintenir des bases de données sur une dizaine d'années, il nous semble que l'envisager sur la vie d'un bâtiment Hlm ne peut se faire sans rencontrer certaines difficultés : incertitude des modalités de stockage de données, de la nature des données « utiles » pour les actions d'entretien du patrimoine notamment.

Ainsi, de la collecte des données à leur introduction dans les systèmes, de leur fiabilisation à leur nécessaire réactualisation sur le long cours, **de plus en plus de collaborateurs se trouvent impliqués dans une responsabilité collective autour de la valeur « donnée »** (son exactitude, sa fiabilisation, son actualisation). « *La donnée est la qualité, la ressource de demain* » (responsable DSI d'un organisme Hlm). Un système BIM semble optimal si les données sont complètes et fiables, c'est le socle du système. (Par ailleurs, ce travail collaboratif autour d'une même base dans l'entreprise et en externe à l'entreprise n'est pas sans poser la question de la responsabilité de la donnée et de sa maintenance).

La recherche d'une gestion préventive et planifiée du patrimoine, en opposition à une gestion curative vue comme coûteuse et d'une efficacité moindre, est également exprimée parmi les objectifs poursuivis. Il s'agit, à l'appui du processus BIM, de réunir les conditions nécessaires, dès la conception de l'ouvrage, pour anticiper les opérations de maintenance en alimentant le plus finement possible une base de données qui informerait le plan stratégique de gestion du patrimoine. L'objectif d'une gestion de patrimoine optimisée en intégrant dès la conception des ouvrages les conditions et les contraintes induit des **changements organisationnels conséquents**. En effet, on retrouve dans les organismes Hlm étudiés une forme récurrente d'organisation : d'un côté, un service maîtrise d'ouvrage chargé des projets de construction, de l'autre, un service patrimoine assurant l'entretien et la gestion des immeubles. Alors que le processus BIM commence seulement à être intégré aux modes de travail (définition des cahiers des charges, réflexion sur les modes de passation de marchés, familiarisation avec les outils numériques – maquette, logiciels), on observe la naissance d'une tension organisationnelle entre les deux services, amenés à travailler ensemble et progressivement sur un mode collaboratif. L'intégration du BIM dans les organismes rencontrés bouscule les pratiques, les hiérarchies, les compétences. Il semble s'opérer un passage d'un cloisonnement hérité de l'organisation précédente à l'introduction de transversalité dans l'entreprise, vers une organisation par processus.

Le BIM management : un processus distribué

« *Le BIM amène à repenser la chaîne des acteurs...* » (directeur de l'innovation d'un organisme Hlm). Afin de gérer ce processus d'organisation étendue, se pose la question des modalités de gestion inter-organisationnelle et de son équipement. Le BIM manager est souvent évoqué comme une personne unique, là où il semble que le BIM management relève davantage d'une activité variée et distribuée dans le temps. Si, durant la phase de conception-réalisation, le gestionnaire de la maquette numérique est souvent situé au niveau du groupement d'entreprises (dans le cadre d'opérations en conception-réalisation), par la suite, l'idée est de réintégrer cette maquette au niveau du bailleur de manière à ce qu'il gère la phase d'exploitation.

Toutefois, le BIM management ne semble pas se résumer à une gestion scindée en deux de la maquette numérique, mais paraît relever d'un processus beaucoup plus intégré. Si l'idée qu'il y ait un BIM manager est discutée, sa position ne semble pas faire consensus (à la DSI, dans l'entreprise, chez l'architecte...). Dans tous les cas, il semble que le BIM management soit moins le fait d'un acteur centralisateur, mais de différents managers évoluant le long du projet. Ceci pose la question plus technique de la gestion des droits d'accès et d'écriture sur les maquettes. De cette intégration des processus, il apparaît que les jeux autour des responsabilités de chacun des acteurs de la chaîne de vie du bâtiment soient interrogés, car les activités des différents acteurs gagnent en inter-visibilité.

Toutefois, si à terme le BIM management sera probablement mieux distribué, il s'opère pour le moment une concentration sur certains acteurs des compétences et des habilitations à travailler sur la maquette numérique. Cette situation est liée aux tâtonnements des démarches étudiées. Finalement, si « l'esprit » BIM tel qu'il est posé jusqu'à maintenant invite, dans le principe, à un regroupement de la conception et de l'exploitation, il nous semble, au contraire, que pour le moment se dessinent des configurations distinctes. Cependant, **le passage au BIM crée une certaine transversalité** dans la manière dont les différents services se donnent à voir l'un l'autre, et également dans la mise en place de fonctions spécifiques dédiées à l'accompagnement des usages numériques, initiative qui inscrit d'autant plus la question du changement dans la structure organisationnelle.

Les organisations du BIM management : entre concentration et distribution des responsabilités

Si certains disent « *On doit être vigilant sur qui fait quoi, et essayer de garder le BIM manager du côté de l'archi.* », d'autres préféreront situer le BIM manager « *au niveau de la gestion qualité des données (DSI)* ». À travers un ensemble de tableaux, nous avons tenté ici de schématiser les différentes initiatives ou projets d'organisation des responsabilités autour du BIM.

La version centralisée

Acteurs	Responsabilités	Moments
Le BIM manager à la DSI	Raffinage des données, établissement des modèles de gestion préventive	Tout le long de la vie du bâtiment

Les versions distribuées

Les différentes observations des pratiques nous amènent à distinguer deux modèles de BIM management distribué, selon la nature des organisations.

La version distribuée 1 : phase de conception

Acteurs	Responsabilités
Responsable qualité / Chef de projet (conception/exploitation)	Accompagnement (échanges interne/externe)
AMO	Accompagnement/définition du cahier des charges jusqu'au concours
Groupement (archi - BET)	Réalisation de la maquette

La version distribuée 1 : phase d'exploitation

Acteurs	Responsabilités
Direction du patrimoine	Stratégies de maintenance et organisation des marchés
DSI	Stratégie de sélection des logiciels et de la gestion de l'interopérabilité (non perte de données entre ERP – Enterprise Resource Planning– et SITP ?)
Chargé du SITP	Cohérence, vérification, préparation et maintenance des données

La version distribuée 2 : phase de conception

Acteurs	Responsabilités
Direction de MOA	Portage de la mise en œuvre politique
Chargés d'opérations	Revue de projet
Groupe (archi - BET)	Réalisation de la maquette

La version distribuée 2 : phase d'exploitation

Acteurs	Responsabilités
DSI	Gestion de la cohérence entre les différentes applications
Patrimoine/maintenance	Commandes aux fournisseurs
Technicien de maintenance	Remontée d'informations
Gardien d'immeuble	Métrés et commande aux fournisseurs
Gestion locative	Édition des états des lieux (visuels pour la location)

Évolution des métiers : la question du changement

Sur le plan de l'accompagnement du changement des mœurs et des pratiques, se pose la question de la participation des salariés au projet d'entreprise, de la formation aux cultures et outils numériques. L'importance du dispositif d'accompagnement mis en place est variable d'une entreprise à l'autre, en fonction de l'histoire interne de l'entreprise (stabilité ou phase de changement - direction, organisation), de la nature des ressources humaines (aspect générationnel à prendre en compte, statut des salariés - fonctionnaires ou de droit privé), de l'ancienneté (capacité/volonté à modifier ses pratiques qui peut être différente selon l'histoire personnelle du salarié dans l'entreprise).

On observe à plusieurs reprises une démarche de réassurance dans le mode de management de l'organisation autour du BIM. Face à l'appréhension d'une partie des salariés dont les métiers semblent devoir subir des transformations, le manager a conscience de l'importance des discours qui accompagnent le changement, dans ce qu'ils peuvent préciser, rassurer et former des perspectives pour les employés. Nombre d'entre eux ont mis en évidence l'importance de rappeler que le numérique sert le service de proximité rendu aux habitants et ne s'y substitue pas.

Des échanges avec nos interlocuteurs des DSI, il nous semble qu'un paradoxe se fait jour, notamment dans ce qui est mis en tension d'un côté (la « résistance au changement » des acteurs qu'il s'agirait de ne pas bousculer) et de l'autre, un aveu que pour le moment il n'y a pas d'outil idéal et qu'il s'agit donc encore d'attendre qu'une solution outil-norme prenne le dessus. Ainsi s'exprime ici une conception très descendante du changement par l'équipement, non celui qui remonte de l'usage, mais celui qui prend le risque de s'imposer par le haut. L'idée selon laquelle les usagers de ces dispositifs pourraient contribuer à l'élaboration et à la mise en place du dispositif BIM semble peu présente.

Par ailleurs, nombre d'études (notamment en sociologie de l'innovation) tendent à montrer que poser la question de l'usager (tant par ce qu'il peut faire remonter comme besoins, tant dans ce que cette démarche l'intéresse, l'enrôle dans cette mise en place) est un pas de plus vers le succès de l'élaboration d'une solution outil-organisation.

L'introduction de compétences nouvelles en matière d'usage des outils numériques

Le passage en BIM dans les processus de réalisation et de réhabilitation des logements sociaux travaille de façon plus ou moins directe un certain nombre de métiers et de compétences dont l'accompagnement (par la formation notamment) est, selon les acteurs rencontrés, essentiel pour assurer la bonne installation et la pérennité de la démarche.

Les chargés d'opération sont en première ligne dans l'évolution des compétences liée à l'intégration du BIM dans les organisations rencontrées. En effet, ils sont amenés à développer leur capacité à définir de façon très précise et anticiper le cahier des charges de la commande. Par ailleurs, dans un processus BIM, les chargés d'opération sont amenés à maîtriser la lecture des maquettes numériques, tant du point de vue des plans que dans le couplage des données contenues dans la base de données.

Le métier de gestionnaire de patrimoine est également fortement au cœur des modifications d'organisation du processus de vie du bâtiment : passer d'un mode de gestion essentiellement réactif à un mode de gestion prenant en compte la planification amène à se repositionner en interne, et notamment vis-à-vis des chargés d'opération. Ainsi, plus que l'intégration de nouvelles compétences, le gestionnaire de patrimoine est amené à mettre en lumière et à profit des compétences déjà en place : expertise sur les matériaux et les composants, connaissances pointues des contraintes et des conditions de gestion, ainsi que des usages des lieux et équipements par les habitants. Ce changement de posture participe d'une valorisation du métier de gestionnaire de patrimoine vis-à-vis du service maîtrise d'ouvrage qui serait conduit à intégrer dès la conception ses attentes, ses contraintes, ses préconisations.

Dans le processus BIM, la maîtrise de l'usage des données, de l'alimentation de la base, jusqu'à sa réactualisation et son raffinage est une compétence nouvelle que sont amenés à acquérir l'ensemble des collaborateurs de la gestion du patrimoine. Pour planifier leurs interventions, les techniciens de patrimoine pourraient progressivement se référer à la base numérique des données patrimoniales. Les agents de maintenance pourraient contribuer à l'alimentation de la base numérique et progressivement s'en servir pour perfectionner la connaissance des composants.

Les personnels des DSI seraient amenés à gérer la cohérence entre les différents supports, et s'assurer de l'exactitude de la saisie des données. Au-delà du choix des différents logiciels nécessaires à mettre en place autour du processus BIM, la création de connecteurs entre les outils propre à la conception et ceux déjà en place pour la gestion est une mission nouvelle qui pourrait être l'occasion de développer de nouvelles compétences (vérifier la cohérence des données, adapter les codages utilisés dans différents systèmes de manière à tromper une interopérabilité non toujours entièrement aboutie).

D'autres personnels qui assurent des **fonctions supports** (comptabilité, service des achats, service des marchés) seraient également concernés dans la mesure où il y a un interfaçage entre ERP (Enterprise Resource Planning ou Progiciel de Gestion Intégré – il s'agit d'un système informatique qui supporte l'ensemble des différentes fonctions des organismes : approvisionnement, ressources humaines, etc.) et BIM, et que le BIM modifie les rapports aux marchés, et aux modalités d'achats (en masse, sur x années).

Enfin, **les métiers de gestion de la relation à la clientèle** sont également visés par les transformations propulsées par le passage à un BIM global sur la vie du bâtiment. À terme, les chargés de clientèle pourraient se servir de ces bases numériques pour mettre en location ou vendre les logements (visite virtuelle, explications, à l'appui des plans en 3D ou maquette numérique). Dans la même veine, **les agents de proximité** (ou gardiens) pourraient également être conduits à mobiliser ces nouveaux supports lorsqu'ils devront traiter une réclamation à distance par exemple (pour mieux comprendre la demande du locataire et la traiter de façon efficace, à l'appui de la description des matériaux, de l'historique des interventions, etc.). Ces personnels en contact avec les clients pourraient contribuer à l'alimentation de la base de données, via les états des lieux, ou encore les interventions réalisées.

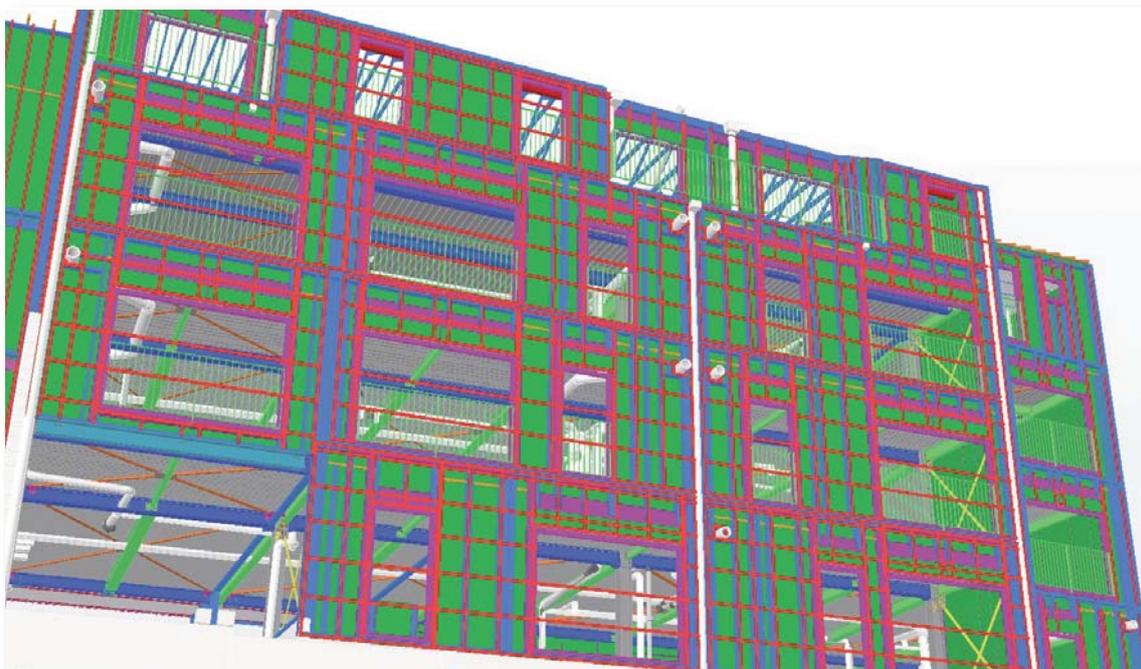
CONCLUSION

L'introduction des outils-méthodes BIM participe de transformations en termes d'organisation des acteurs qui interviennent à un moment ou un autre dans la vie d'un bâtiment. Ces transformations poussent à un resserrement des activités de coordination inter-professionnelle autour desquelles se pose la question de la gestion des flux de production et d'exploitation : quid du BIM manager ? Les acteurs ne s'entendent pas sur ce point, pour le moment. Quel corps de métier ? Quelle institution, etc. ? Ces indécisions sont également la résultante de projets tous différents, portés par des structures entretenant un rapport variable avec la transition numérique de l'ensemble de leur activité. À défaut de trouver « LE » BIM manager, ces éléments nous ont conduit à évoquer des formes de BIM management, distribuées dans le temps mais aussi dans les corps de métier.

Par ailleurs, d'une manière générale, l'évolution des compétences s'organise autour de nouvelles modalités de gestion. Ces dernières privilégient une certaine anticipation des besoins des différents acteurs qui interviennent dans la vie d'un bâtiment. En effet, le passage au BIM management distribué est corroboré par un accroissement de l'organisation d'interdépendances. L'évolution de l'organisation de l'action collective ne se fera probablement pas sans heurts et sans effets de pénibilité au travail du fait de la nécessité de :

- › respecter des délais de plus en plus resserrés,
- › produire des écrits numériques de coordination,
- › saisir et assurer la maintenance de jeux de données,
- › et affronter la mise en visibilité respective des actions de chacun.

Au final, le resserrement de ces interdépendances semblent profiler une montée en puissance de forces normalisatrices. *Nous développons cette idée dans la partie 6.*



PARTIE 4

Changement de temporalités et de méthodes en maîtrise d'ouvrage et en maîtrise d'œuvre

INTRODUCTION

Le recours au BIM implique dans l'entreprise ou l'organisme une réorganisation du suivi et de la conduite des projets de construction. Qu'elle concerne le maître d'ouvrage ou plus spécifiquement le maître d'œuvre, plusieurs observations du point de vue des temporalités et des méthodes ont été faites. Dans un premier temps, nous nous appuyons sur l'observation des usages du BIM par la maîtrise d'ouvrage pour développer trois questions : Comment les usages du BIM participent-ils aux évolutions des temporalités des projets ? Quelles difficultés ou opportunités suscitent la nouvelle tâche de pilotage du BIM ? Les processus BIM sont-ils des gages de qualité de l'ouvrage et dans quels contextes ? Enfin, dans un second temps, nous aborderons quelques configurations collaboratives observées en maîtrise d'œuvre.

Le BIM en tant que méthode collaborative est au cœur du processus projet et de sa gestion. En effet, dans le discours des enquêtés, le projet de construction a le plus souvent été qualifié en tant que processus, répondant à une forte normalisation (celle de la loi MOP) à travers son phasage, ses intervenants et le contrat qui lie leurs échanges. Le projet comme « objet » ou comme œuvre (résultat de la construction) a souvent été ignoré sauf pour en expliciter les contraintes particulières : bâtiment BBC ou BEPOS, habitat intergénérationnel, habitat partagé, etc. Le projet processus est bien plus important que le projet objet dans la représentation qu'en ont les chargés d'opération. Ainsi concentrerons nous le propos sur « ce que le BIM fait au projet » d'un point de vue processuel.

Or, le BIM consistant en une nouvelle méthode de conception, assistée de nouveaux logiciels, nous aurions pu nous attendre d'abord à ce que le projet architectural soit impacté, dans sa nature, dans ses référentiels, dans l'acte même de conception. En effet, le BIM est parfois considéré comme un moyen de concilier la création architecturale et l'industrialisation de la construction. Ici, peu d'intervenants nous ont fait part de constats concernant le rendu final, le bâtiment, sa nature, etc. Chez les MOA, très peu de personnes insistent sur ces aspects, préférant au contraire développer leurs constats quant à la manière dont le processus de projet est modifié.

L'activité de projet au sein de la MOA s'apparente à une activité de contrôle qui s'appuie sur la maîtrise des contraintes imposées au contractant. Dans les travaux sur la gestion de projet, certains auteurs comme Turner et Simister (2001) mettent en évidence que le projet s'appuie sur la coopération non conflictuelle d'acteurs dont la relation repose soit :

- ▶ sur des **modèles de convergence** transactionnels, fondés sur la précision des définitions de produit et l'exactitude du suivi,
- ▶ ou sur des **modèles d'alliance**, fondés sur la confiance, l'engagement mutuel et la convergence des buts.

Le développement du BIM dans les projets de construction oscille ainsi entre ces deux modèles : d'un côté les discours font état d'une **nécessaire normalisation des pratiques émergentes** et de l'autre d'une logique partenariale accrue, où la convergence des buts, ici la maîtrise d'un nouveau processus de conception et de suivi des projets, est ce qui motive les parties prenantes à **travailler ensemble de manière ouverte et itérative**.

Changement des temporalités

Les temporalités du projet évoluent dans le sens d'une **accélération des processus**. Selon les personnes enquêtées, certaines phases du projet loi MOP disparaissent par anticipation. On peut faire l'hypothèse d'une juxtaposition des phases (APS=APD=PRO) par l'usage de la maquette numérique. En effet, les niveaux de détail de la maquette sont souvent atteints avant la phase prévue. Nous avons pu entendre par exemple que la maquette numérique entraînait la fin de l'APS, car au concours le MOA dispose déjà d'un rendu de type APD (niveau de détail 3 ou 300). Cette accélération/juxtaposition des phases est remarquable dans les discours de certains chargés d'opération qui annoncent des **gains de temps de plusieurs mois** : « *on gagne 6 mois en phase conception* », « *on a une opération qui a duré 16 mois là où avant on avait des projets de 24 mois* ».

Ce gain de temps n'est pas seulement dû à la maquette numérique, c'est aussi le résultat de la conception-réalisation ; les entreprises étant présentes beaucoup plus tôt dans le processus, on gagnerait en temps de travail entre architectes et entreprises.

Comment cette « accélération du temps » est-elle gérée ?

Le chargé d'opération étant le garant du respect des délais, son travail de suivi du projet est fortement impacté par cette accélération/juxtaposition des phases APS, APD, PRO... Le suivi assuré par la MOA est fonction du stade d'avancement du projet (phasage MOP). On a ainsi un décalage entre le référentiel (APS, APD, PRO, etc.) et les rendus (niveau 300, 400) qui **fabrique une forme de langage particulier**, nouveau : on parle d'un « faux PRO », on a l'impression d'avoir le niveau de détail attendu pour évaluer, mais ce n'est pas le « moment » de le considérer comme tel. Pour la maîtrise d'ouvrage, l'accélération des démarches est un avantage même si elle nécessite tout de même de clarifier les **procédures de contrôle et de suivi en garantissant le respect du cadre réglementaire** (phasage loi MOP).

Sur les gains de temps : quelques nuances sont tout de même à apporter. **Six mois seraient gagnés en phase conception**, notamment sur le passage à la phase chantier (PRO-EXE). MAIS : souvent l'entreprise « re-modélise » la maquette architecturale car elle a besoin de maîtriser tous les détails avant de chiffrer. En effet, l'entreprise engage sa responsabilité dans le chiffrage et toutes ne sont pas encore prêtes à « faire confiance » aux maquettes des architectes. Ainsi, si les entreprises sont présentes beaucoup plus tôt dans le processus, avant que l'ouvrage ne soit totalement conçu d'un point de vue architectural, leur intervention n'est pas forcément « raccourcie » au moment du passage à la réalisation car la modélisation « orientée architecture » n'est pas tout à fait concordante avec une modélisation « orientée construction ».

Pour conclure sur cette nouvelle temporalité du projet de conception-réalisation de bâtiment, si la maquette numérique peut donner l'impression d'une continuité entre les phases, sans rupture de charge d'une phase à l'autre, puisqu'il s'agirait en fait d'un « enrichissement itératif » par les parties prenantes (gagner en niveau de détail), **dans les faits, la coordination n'est pas toujours évidente** et n'empêche pas la coexistence de plusieurs maquettes, dont l'IFC assure une certaine compatibilité, pas toujours totale. Du point de vue du MOA, la conduite du BIM n'est pas connue/accessible directement, **elle est donc « contractualisée » par l'intermédiaire d'un cahier des charges**. La temporalité du projet reste toujours calée sur le phasage MOP, mais la cohérence entre avancement de la maquette et phases classiques n'est pas toujours facile à assurer.

Suivi de projet

Une particularité de l'intégration de la démarche BIM réside dans un changement radical de l'activité de suivi de projet : on passe en effet d'une **revue de plans à une revue de maquettes qui implique des changements comme par exemple** :

- ▶ Usage des viewers ou checker avec le mythe du contrôle automatique des plans. Des logiciels permettent d'automatiser la vérification du respect du cahier des charges. Actuellement cette vérification se fait manuellement (sur des logements types) avec un contrôle visuel. On voudrait paramétrer les logiciels pour vérifier tous les points du CCTP (cahier des clauses techniques particulières).
- ▶ Une compétence en lecture de plans en 2D est remplacée par une compétence en manipulation et repérage dans un espace en 3D. Les personnes qui manipulent la maquette dans une réunion sont celles qui sont réputées « savoir ». Elles sont peu nombreuses, elles ont un avantage sur les autres (elles savent où elles sont). Les manipulations conduisent à retourner régulièrement à la vue 2D afin que tous les participants puissent se repérer.
- ▶ D'après nos enquêtes, le BIM accélère le processus, en raccourcissant certaines phases. Les jurys, les revues de projet seraient facilités par l'usage du BIM.

Une qualité assurée par la coopération

L'enjeu du BIM est de pouvoir vérifier que la qualité du bâtiment sera au rendez-vous. Basée sur une hypothèse de « **chaîne de qualité** » (du concepteur aux entreprises), le BIM assurerait une fluidité du processus et une vérification aux différentes étapes. Impression de sécurisation du processus, de garanties supérieures apportées par le sentiment de tout connaître. Qui est le garant de la qualité ? Le cahier des charges ? Le concepteur ? L'entreprise ? Comme pour le BIM manager, **la notion de qualité est distribuée**. Pour les uns, elle va renvoyer à la réponse à un besoin (des locataires et des gestionnaires) ; pour d'autres à une amélioration architecturale et procédurale (respect de la volonté de l'architecte) ; pour d'autres encore, à une efficacité dans l'achèvement des chantiers, dans l'anticipation des coûts.

Cette qualité assurée par la coopération ne peut donc évidemment pas faire l'impasse sur la manière dont la maîtrise d'œuvre s'organise pour développer le BIM.

Nous abordons donc ici plus particulièrement la question **des méthodes BIM** dans la redéfinition des rôles afin d'identifier les modes de collaboration se mettant en place entre les acteurs de la maîtrise d'œuvre.

Les méthodes BIM

La première observation que nous pouvons faire en l'état est de constater que si nous n'avions pas observé dans la première phase de l'étude de « méthode BIM », c'est-à-dire de méthode collaborative éprouvée en phase maîtrise d'ouvrage (à part pour quelques pionniers), c'est un peu moins le cas pour les maîtres d'œuvre qui ont commencé à s'organiser, même si tous sont à peu près d'accord pour dire que les pratiques sont largement en cours d'émergence et qu'ils sont à la recherche d'un cadre de référence. Beaucoup étaient d'ailleurs en attente du modèle de convention BIM annoncée par *Médi@construct* et qui est sorti le 28 avril 2016, c'est-à-dire après la plupart des entretiens que nous avons réalisés.

Vis-à-vis de ces méthodes BIM, les architectes que nous avons rencontrés témoignent d'un niveau de formation relativement disparate que l'on peut synthétiser en deux catégories :

- ▶ Certains ne sont pas formés au BIM au sens d'une méthode collaborative. **Ils sont formés à un logiciel qui permet de réaliser des maquettes numériques.** « *Je n'ai pas fait de formation sur le BIM, j'ai fait une formation sur tel logiciel de CAO/DAO* », nous confient quelques architectes rencontrés. Ici, la formation se fait surtout « sur le tas », au fur et à mesure des projets qui passent en maquette numérique.
- ▶ D'autres, au contraire, **ont une réflexion plus avancée sur le BIM comme système collaboratif** et complètent leur approche technique sur cette dimension en passant notamment par l'École des Ponts ou par des modules centrés sur la question des méthodes collaboratives avec toutes les distinctions nécessaires entre coopération, coordination et collaboration.

Du point de vue de la formation, les choses devraient se structurer avec deux formations continues qui vont être proposées prochainement par l'Afpols et l'École des Ponts ParisTech (en plus de la formation initiale qui existe déjà à l'École des Ponts).

Aujourd'hui, les méthodes collaboratives autour de la maquette numérique sont assez simples, avec souvent uniquement deux intervenants : l'architecte et un référent du côté de l'entreprise générale ou du bureau d'étude technique. Il semble donc un peu démesuré de parler de BIM management lorsqu'en réalité deux personnes seulement s'occupent de la maquette numérique.

Souvent, le rôle de BIM manager n'est d'ailleurs pas vraiment considéré comme une fonction, mais plutôt comme une compétence. On considère ici que le BIM manager est un savoir-faire qui va en fait s'acquérir rapidement. Pour les petits projets, cette compétence pourrait rester au niveau de l'architecte. « *Entre deux ingénieurs, structure et fluide par exemple, il n'y a pas de hiérarchie, il faut que ce soit l'architecte qui arbitre les conflits pour décider* » explique un architecte. Et donc, globalement, certains architectes pensent que le BIM manager ou même le BIM management est un grand mot. « *Il s'agit de rassembler les maquettes, de faire la synthèse et de hiérarchiser les demandes. Ça ne change pas les missions. Je pense que le BIM manager est surtout utile sur les gros chantiers* ». Le BIM manager a d'ailleurs été rapproché de l'OPC (organisation, planification, chantier). C'est nécessaire sur les chantiers compliqués car le maître d'œuvre ne peut plus s'en occuper comme dans le cas de l'hôpital d'Ajaccio où le BIM manager semble avoir joué un rôle très utile.

Différentes organisations seraient donc nécessaires en fonction du projet. Du point de vue de la méthode collaborative, nous avons donc en fait *des méthodes*. « *C'est du cas par cas* ».

Les configurations collaboratives ne sont pas fixes et varient selon le niveau d'expérience des acteurs. Une entreprise générale nous explique : « *On a fait avec des degrés de détails différents. Pour un architecte qui démarre son projet, ce sont des esquisses très simples pour lesquelles il ne faut pas donner d'éléments trop lourds. Il faut s'adapter au travail à ce moment-là, et on enrichit avec des éléments de détails plus importants passés aux études. Et tout ça avec des éléments assez génériques qui passent un peu partout sur la majorité des affaires. On fait du collaboratif, ça a changé aussi les méthodes de travail. Maintenant, au lieu de faire d'une façon séquentielle, on arrive à faire en sorte que tout le monde travaille en même temps. Les gens se parlent beaucoup plus, il y a plus d'échanges. Nous considérons que cette manière de travailler nous a permis d'améliorer la qualité de nos projets* ». Une montée en qualité est effectivement évoquée par la plupart des personnes rencontrées. Certains architectes considèrent même qu'avec la maquette, « *les ingénieurs sont responsables de*

leurs maquettes et donc autant, avant le BIM, il arrivait que les ingénieurs bâclent leur travail, autant avec le BIM ce n'est plus possible. Avant on avait des plans d'exécution assez sommaires : maintenant ça ne serait plus possible ».

Pour le moment, les conventions BIM rencontrées en maîtrise d'œuvre sont relativement simples. Il s'agit de se mettre d'accord sur le nom des maquettes, sur le serveur de dépôt, sur les endroits où les fichiers sont déposés et enfin sur qui fait quoi à quel moment. C'est la version la plus allégée. Il y a aussi une version plus complète où la convention propose une nomenclature de fichiers, avec un gabarit et l'utilisation d'un même logiciel.

Cette dernière configuration a été observée dans le cadre d'une **entreprise générale**. L'un des responsables de cette entreprise assure ainsi réaliser toutes ses affaires en maquette numérique avec un gabarit adaptable à tout mode de marché. Dans ce modèle, nous sommes bien sur un référentiel unique et une maquette unique qui rassemble tous les métiers ainsi que les partenaires internes et externes : la maîtrise d'ouvrage, les fournisseurs, les sous-traitants. Le BIM niveau 3, considéré comme une utopie pour de nombreux acteurs, semble bien effectif dans ce contexte. Pour autant, et c'est un point intéressant, **il n'y aurait ici pas besoin de BIM manager parce que cette compétence serait assurée par le gabarit**.

L'entreprise en question considère en effet que les deux tâches principales du BIM manager en phase projet sont de mettre en place un environnement de travail numérique adapté au projet et de gérer la coordination entre les modèles de plusieurs métiers différents.

Or, le gabarit unique permet de s'affranchir de cette fonction. C'est l'objet technique qui joue en quelque sorte le rôle de BIM manager. La cohérence du modèle est à la charge des acteurs qui interviennent sur la maquette et qui se doivent de vérifier l'incidence de leur métier sur le projet.

Il y a un **coordinateur des métiers à chaque niveau**, chacun étant responsable de son étude. La maquette intègre une arborescence par métiers qui est une arborescence de vues. « *Chaque gabarit de vue affiche ou met en valeur, ou efface des éléments qui ne sont pas utiles pour son métier* ». La maquette numérique intègre également tout un processus de remarques qui engendre une traçabilité et qui permet donc à tout le monde d'être informé et de régler ou de traiter chaque remarque. « *Chaque métier intervient, répond, apporte des solutions* ».

Un processus collaboratif qui fonctionne également sans le cadrage d'une entreprise générale, comme nous avons également pu l'observer à travers les usages d'une plateforme collaborative.

- ▶ Un premier usage où un intervenant envoie une remarque sur la maquette de structure par exemple, le collègue corrige, dit que c'est corrigé et ferme la demande.
- ▶ Il existe aussi un seconde usage qui permet de résoudre des problèmes plus complexes qui requièrent l'intervention de plusieurs compétences. Les interactions passent ici par l'ouverture d'un cercle de discussion avec une traçabilité des intervenants et des interventions sur la maquette pour résoudre le problème. Il est d'ailleurs désormais possible de consacrer du temps à la résolution de problèmes ce qui permet de travailler avec un planning projet.

Cette collaboration est un aspect important parce que la coordination entre les corps de métiers est précisément ce qui pose problème. Un responsable maîtrise d'ouvrage nous confie : « *Entre le concepteur, l'architecte, le technicien, on se parle assez difficilement* ». Les **outils multi-métiers** sont donc évidemment essentiels pour le travail collaboratif.

Afin de donner quelques points de repère, citons les configurations observées :

Pour les phases conception en **appel d'offres classique**, le besoin d'un BIM manager au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre serait nécessaire en fonction de l'expérience de l'équipe.

Pour la même phase, en **conception-réalisation**, le BIM manager est soit du côté de l'entreprise générale, soit n'existe pas comme fonction qui est diluée au niveau des métiers, le gabarit unique permettant de gérer les conflits.

Pendant les phases préparation, exécution et livraison de chantier, ici encore on observe deux cas :

- › En marché par allotissement, il semble difficile de faire l'économie d'un BIM manager.
- › En entreprise générale, la maquette numérique est l'outil commun qui sert à élaborer les plans d'exécution. Il appartient aux métiers de faire le management du BIM et il ne serait donc pas nécessaire de créer un nouveau métier, mais d'augmenter les compétences globales de l'équipe.

DISTRIBUTION FRÉQUENTE DES RÔLES

Sans gabarit unique (qui est tout de même le cas le plus fréquent), nous observons donc trois rôles :

- › un rôle de BIM manager,
- › un rôle de coordinateur BIM par métiers,
- › et un rôle d'opérateur BIM.

Le **BIM manager** met en place la convention, l'environnement numérique et coordonne le processus d'évolution de la maquette. Le **coordinateur BIM** se décline par métiers. Il est chargé de la synthèse des maquettes par métiers. Et l'**opérateur BIM**, parfois appelé projeteur, est chargé de la mise à jour de la maquette sur sa compétence.

On notera que la convention BIM de *Medi@construct* préconise un modèle similaire avec :

- › un **leader** du BIM management (en charge du pilotage de l'élaboration de la convention) parfois dénommé BIM manager,
- › un rôle de **contributeur** BIM (i.e. tout acteur impliqué dans des pratiques BIM de production ou de coordination),
- › un rôle de **coordinateur** BIM (qui gère la partie spécifique de son entité),
- › et un rôle de **producteur** BIM (qui modélise les ouvrages, parfois donc appelé projeteur).

En conclusion, il semble que le BIM management soit plus **une compétence**, qui glisse au fur et à mesure du développement du projet, **qu'une fonction**, ce que laisse d'ailleurs suggérer le guide méthodologique de *Medi@construct* en évoquant un BIM management plutôt qu'un BIM manager.

Vers une internalisation des compétences et une évolution du métier d'architecte ?

Un second phénomène souligné lors des entretiens révèle une évolution vers une **intégration des métiers**, ce qui serait d'ailleurs le processus « normal » engendré déjà par la maquette numérique dans les autres secteurs professionnels.

Un architecte explique : *« L'intérêt d'une entreprise, c'est de faire de l'intégration de métier. Il faut partir avec des bons partenaires qui peuvent récupérer et travailler directement sur la maquette, c'est un gain pour tout le monde. Ça va redéfinir les missions, toutes les maîtrises d'œuvres vont intégrer ces métiers petit à petit. Nous, par exemple, on a une cellule environnementale et une cellule économie, et puis aussi un laboratoire maquette, donc aujourd'hui on fait de l'impression 3D, de la découpe laser directement depuis les maquettes ».*

L'internalisation des compétences semble donc être un processus en cours. Un autre architecte nous a d'ailleurs confié vouloir gérer tout l'aspect technique dès la conception pour éviter les allers-retours entre les BET. Par exemple, maintenant, pour les permis de construire, il y a des certificats thermiques à fournir. Avant, les architectes devaient attendre les allers-retours entre les BET. Le but du jeu serait désormais d'acheter des logiciels qui soient compatibles les uns avec les autres pour que les architectes gèrent ça par eux-mêmes car avec la maquette numérique, on peut calculer le taux de lumière qui entre dans un bâtiment par exemple. Il s'agirait donc **d'intégrer les compétences des ingénieurs**, le but étant de tester plusieurs variantes et d'être le plus libre possible jusqu'à la phase permis de construire.

Avec une organisation intégrée comme celle-ci, l'un des bénéfices réside notamment dans un calcul des coûts plus juste qui permettrait de ne pas appliquer les traditionnels coefficients de sécurité de 10-15 % et ainsi ne pas se retrouver avec un prix supérieur à ce que devrait être l'offre. *« Quand on a une maquette extrêmement bien constituée, on obtient des quantités précises. Cela nous permet de transmettre ce genre de tableau à des entreprises qui ne sont pas en capacité d'aller piocher l'information dans la maquette parce que c'est un savoir-faire pour l'instant que ne possède aucune entreprise »* (architecte).

Le problème est que *« c'est compliqué pour les petites entreprises d'investir dans ce genre d'outils »*. À l'heure actuelle, le BIM semble surtout concerner les grands cabinets et les grandes entreprises capables d'engager les investissements pour passer au BIM. Il faut prévoir une période de formation, puis environ une année de mise en œuvre pour une bonne appropriation.

Quelles évolutions pour les architectes ?

Les architectes disent aussi qu'aujourd'hui *« on ne dessine plus. Ce n'est pas un logiciel de dessin qu'on utilise. On prend un mur et on lui donne une forme elliptique ou courbe. Le fait d'être enfermé par ces contraintes, on ne réfléchit plus de la même manière. Avant on avait une esquisse à laquelle on attribuait une forme objet, désormais on a directement l'objet auquel on essaye de donner une forme. On est obligé d'intégrer une multitude d'informations avant de commencer à concevoir »*.

Il y aurait des détails beaucoup plus fins à intégrer à chaque phase. Il y a toujours les phases APS et APD mais il faut intégrer les détails de cheminements de réseaux par exemple, ou de cheminement de gaine dès le début de la phase. C'est un travail supplémentaire à intégrer. De plus, lorsque le projet

était présenté en plan, en deux dimensions, les architectes avaient la capacité de ne montrer que ce qu'ils voulaient. Lorsque l'on conçoit un bâtiment en 3D, on transmet le fichier et l'ensemble des intervenants peuvent se promener dans les moindres détails du projet. Alors qu'avant on livrait une photo, maintenant on livre le projet dans sa totalité, ce qui fait que tout doit être réglé.

Prise de pouvoir par l'informatique ?

La crainte, exprimée également par quelques architectes, est de tomber dans des organisations qui font trop confiance à l'informatique. « *C'est un outil où on est totalement dans l'informatique. On croit ce que nous dit la machine* ». Mais le plus grave selon certains, « *c'est la prédominance des éditeurs de logiciels qui se profile. On est plus maître de sa donnée. L'éditeur est maître de tous les projets. La donnée est chez lui. On est parfois en location. Nos logiciels, on ne peut plus les acheter, on est obligé de les louer à l'année. Le jour où on ne paie plus la cotisation, on nous coupe le tuyau* ».

Liaison avec les équipes travaux

Mais au-delà de ces problèmes qui sont liés en partie à l'expérience des acteurs, ce qui manque, selon l'avis de tous, c'est la liaison avec les équipes travaux, ce qui pose notamment le problème de la responsabilité. « *En France, c'est l'entreprise qui est responsable de [son] exécution sur chantier* ». En loi MOP, on peut donc imaginer que les entreprises ne prendront pas la maquette conception de l'architecte et de l'ingénieur. L'entreprise va la refaire pour s'assurer de la bonne conception.

Second élément souligné, « *les maquettes de conception ne doivent pas être modélisées comme celle de la maquette d'exécution car elles ne répondent pas au même besoin. Pour ceux qui construisent, c'est l'organisation du chantier qui est importante* ». Même si la mission d'exécution, en loi MOP, peut-être ajoutée à l'architecte, il semble que celle-ci soit assez rare car en gardant la mission d'exécution, les entreprises gardent une part d'autonomie qui leur permet de faire des variantes. Ce problème est en partie levé en conception-réalisation où la maquette est pensée pour l'exécution. « *En loi MOP, il faut prendre la maquette exécution, la maquette conception et vérifier les différences* ».

CONCLUSION

Nous pouvons dire que la maquette numérique, le système collaboratif ainsi que les rôles de chacun sont non seulement différents en fonction des projets mais sont aussi reconfigurés pour des demandes spécifiques selon l'évolution du projet. Là encore, la vision d'un BIM ou d'une maquette numérique intégrée et continue qui s'actualiserait au fur et à mesure du projet est contredite par les entretiens et observations qui montrent une fragmentation et les tensions entre chaque acteurs du processus. Toujours est-il que le BIM, en l'état, a le mérite d'imposer une réflexion sur les pratiques collaboratives, question clef pour tous les secteurs professionnels dans le contexte du numérique.



PARTIE 5

Le BIM, un processus de normalisation ? BIM et rationalisation des organisations dans le secteur de la construction

INTRODUCTION

Si les outils et méthodes BIM sont susceptibles d'améliorer la fluidité des relations entre les parties prenantes en conception, construction et en gestion de logements, ils reflètent également l'extension au secteur du bâtiment d'un mouvement de normalisation déjà largement présent dans d'autres espaces socio-économiques, en particulier dans l'industrie automobile, dans l'aéronautique et dans les activités tertiaires et administratives. Comment qualifier ce mouvement ? Quelles en sont les origines et les implications ? Le développement d'organisations plus rationalisées et normalisées ne risque-t-il pas d'être porteur de nouvelles rigidités ?

En d'autres termes, l'introduction du BIM constitue le signe du prolongement d'une dynamique générale de rationalisation organisationnelle, potentiellement porteuse d'une amélioration de la qualité des produits et des services rendus aux usagers ainsi que d'une économie de ressources (meilleure coordination, plus grande efficacité, limitation des aléas), mais aussi de tensions et de limites susceptibles de remettre en question les gains attendus (rigidités nouvelles venant remplacer les anciennes, taylorisation peu compatible avec un domaine d'activité comportant beaucoup d'aléas, foi quasi-religieuse placée en la technique).

S'interroger sur les modalités de mise en œuvre du BIM aux différents niveaux de la chaîne d'acteurs de la construction-exploitation ainsi que nous l'avons fait tout au long de cette étude n'exclut pas que l'on prête également attention aux causes sous-jacentes à son développement récent, bien au contraire. L'élaboration et la mise en œuvre d'une réflexion BIM, l'accompagnement du changement à tous les niveaux, impliquent que l'on comprenne les facteurs qui expliquent son développement rapide en France au cours des toutes dernières années, et les logiques sous-jacentes.

Nulle stratégie d'organisation n'est développée exclusivement à l'initiative d'un acteur qui bénéficierait d'un libre arbitre absolu ; elle s'inscrit dans le cadre d'un contexte politique, socio-économique, juridique, idéologique qui encadre, pousse, contraint les décisions adoptées. Autour de la question « le BIM, comment faire ? », s'invitent d'autres interrogations : en définitive, « pourquoi le BIM ? », et « pourquoi sous les formes actuellement observées ? ».

Cette prise de distance, loin de se réduire à des considérations académiques abstraites, apporte des éléments de réflexion indispensables dans la définition des stratégies BIM pour les différents acteurs, dans leur positionnement, dans l'identification des opportunités et des limites auxquelles ils peuvent se retrouver confrontés : elle amène les acteurs à s'interroger sur les raisons, plus ou moins apparentes, qui conduisent au BIM, ainsi que sur les éléments qui encadrent et contraignent l'action.

Nous nous efforçons ici de questionner les fondements, les modalités et les implications de ces transformations. Dans un premier temps, nous analyserons les fondements du processus de rationalisation qui se traduit dans le BIM, et se voit appliqué aujourd'hui au secteur du bâtiment après l'avoir été dans d'autres secteurs d'activité. Dans un second temps, nous étudierons la manière dont ce mouvement s'inscrit dans une dynamique plus large, s'appuyant simultanément sur des phénomènes d'imitation, de coercition et de réglementation dépassant le strict champ de la construction de bâtiment et qui portent sa diffusion.

Le BIM, symbole de la « rationalisation organisationnelle » dans le secteur du bâtiment

Parler de rationalisation revient à utiliser un terme général destiné à rendre compte d'un ensemble de techniques visant à rendre le fonctionnement d'une organisation plus rationnel, c'est-à-dire reposant sur des bases « scientifiques » objectives, supposées garantir une meilleure adéquation entre les moyens engagés et les résultats obtenus. La rationalisation est souvent considérée comme un synonyme de « taylorisation » ou de « formalisation », sans pour autant que l'on s'intéresse aux présupposés sur lesquels elle repose, aux principes qui la guident, aux méthodes mobilisées, aux opportunités, aux risques, aux limites qui la caractérisent. L'étude réalisée permet d'entreprendre cette démarche.

RATIONALISATION

Un processus de rationalisation tel que celui que l'on peut observer dans le développement du BIM répond en premier lieu à un objectif d'optimisation, c'est-à-dire de renforcement de l'efficacité organisationnelle en termes d'adéquation des moyens engagés aux objectifs internes. Cette optimisation implique la construction d'indicateurs qualitatifs et surtout quantitatifs permettant de mesurer les gains de « performance » en fonction de critères eux-mêmes définis avec les indicateurs (les gains de temps en conception et construction et leur conversion en gains financiers, l'économie de ressources, le coût global d'un projet...). Atteindre cet objectif nécessite de s'appuyer sur la mise en œuvre de deux types de moyens techniques :

- › la **codification** d'une part, renvoyant à l'écriture de l'ensemble des activités organisationnelles et de ses structures, à l'établissement de normes, de procédures indissociables des outils numériques ;
- › et la **justification** d'autre part, faisant référence aux discours développés afin d'expliquer et de (tenter de) rendre acceptable le processus de rationalisation auprès des différents acteurs.

Rationaliser, c'est donc concevoir, construire, exploiter dans de meilleures conditions et à moindre coût, en écrivant, modélisant et mesurant ce que l'on fait grâce à des outils dédiés ; et en argumentant sur le bien-fondé de la démarche pour convaincre l'ensemble des parties prenantes.

L'optimisation : accroître l'efficacité du fonctionnement organisationnel

La démarche de rationalisation organisationnelle sous-tendue par le BIM, c'est-à-dire par les outils-méthodes qui le constituent, s'inscrit dans une logique d'optimisation de l'efficacité organisationnelle, c'est-à-dire du rapport entre les résultats obtenus et les moyens matériels, humains, et financiers qui sont engagés. L'objectif est de réduire l'ensemble des coûts et des délais de conception, de construction et d'exploitation. Cette amélioration de l'efficacité est supposée permettre de renforcer l'efficacité, c'est-à-dire la réponse à l'ensemble des demandes sociales qui sont à la source de l'activité : elle doit déboucher sur une amélioration de la qualité des constructions au regard des différentes normes (fiabilité, environnement, énergie) ainsi que le service rendu aux occupants pour un coût maîtrisé.

Mesurée en termes de productivité et de rentabilité, cette efficacité est prioritairement appréhendée du point de vue des acteurs qui se trouvent à l'initiative de la démarche BIM.

- › **La maîtrise d'ouvrage** est évidemment fortement présente à ce niveau, mais le rôle des pouvoirs publics (par les dispositions législatives et réglementaires incitant de plus en plus fortement au développement du BIM) et celui des industriels des services informatiques (qui jouent un rôle de prescripteurs) ne doivent pas être oubliés même s'ils sont moins visibles.
- › Cependant, la maîtrise d'ouvrage ne peut réaliser aucun gain d'efficacité durable si cette exigence n'est pas également portée par la **maîtrise d'œuvre** et les acteurs de la construction : entreprises de construction, architectes et bureaux d'étude doivent acquérir des modalités de travail communes et collaboratives, ils doivent apprendre à travailler ensemble, malgré des intérêts différents, voire divergents ; ainsi que des logiques professionnelles hétérogènes. Ceci prend du temps et ne se décrète pas.

Le BIM renforce donc l'interdépendance entre les acteurs de la filière non seulement sur le plan organisationnel, commercial et technique, mais aussi sur le plan gestionnaire et financier.

La rationalisation implique une modélisation de l'activité aux différents niveaux, ainsi que la recherche d'une maîtrise (jamais totale) de l'incertitude liée aux processus de conception, construction et exploitation.

Modéliser l'activité, les organisations... et leurs relations

Une rationalisation passe par la mise en œuvre d'un travail de **modélisation**, visant à construire des représentations approchées de la réalité socio-technique constituée par la conception, la construction puis l'exploitation d'un logement. Les modèles, dont la maquette numérique constitue l'aspect le plus visible, poursuivent ainsi un double objectif de **description de la réalité et de prescription des actions** à mettre en œuvre.

Par rapport aux modèles antérieurement développés (plans 2D, réalisés à l'aide d'outils informatiques ou non, planification de chantiers, liste de tâches à effectuer pour les différents corps de métier en conception ou en réalisation), la maquette numérique présente l'originalité d'être un modèle partagé, théoriquement élaboré par la contribution de chaque catégorie d'acteurs et devant s'imposer à tous.

Ce ne sont pas seulement les composantes du futur bâtiment qui sont modélisées, mais aussi leur articulation et la coordination des intervenants à chaque étape et l'activité de chacun d'entre eux : à la dimension technique, s'ajoute ainsi une dimension socio-organisationnelle. Modéliser de cette manière est susceptible de renforcer la prévisibilité et en particulier de limiter les erreurs de conception qui ne deviennent visibles qu'en phase PRO ou lors de l'exécution du chantier, impliquant des adaptations et des corrections coûteuses en temps et en argent.

Si ce travail de modélisation se met en place actuellement sur le plan technique sous l'impulsion de la maîtrise d'ouvrage (c'est-à-dire du client) et concrètement par les acteurs de la maîtrise d'œuvre, la dimension socio-organisationnelle est moins clairement établie. Dans la technique BIM, l'outil informatique est présent, mais les méthodes sont en cours de développement et d'apprentissage au fil des pratiques.

- › **C'est le cas sur le plan des nouvelles pratiques professionnelles**, où la définition de processus et de modes opératoires spécifiques au BIM pour les différents acteurs dans le cadre d'un projet est encore émergente. Ceci renvoie à la fois à la définition des activités, des tâches, et des compétences métier individuelles qui leur sont associées, mais aussi des compétences collectives liées à la mise en œuvre du travail collaboratif.

La définition des fonctions, postes et missions des différents acteurs est encore en chantier, de même que la définition de formations spécifiques, au-delà du simple apprentissage de l'usage de logiciels.

- › **C'est également le cas sur le plan de la gestion des projets en BIM**, où la définition d'indicateurs permettant d'évaluer la « performance » des organisations appuyées sur le BIM et l'élaboration des critères de cette performance est en cours de développement. Elle implique notamment la conception d'outils de reporting à tous les niveaux afin de « faire trace » et de produire des informations relatives à l'activité (BIM metric s'inscrit par exemple dans cette logique), ce qui nécessite l'approfondissement de la normalisation des formats de données et de la normalisation terminologique.

Rationaliser, c'est produire des modélisations de l'ouvrage à construire, de ce qui est et de ce qui devra être, de la façon dont on travaille, dont on se coordonne et dont on le fera à l'avenir. Les démarches de modélisation sont en cours d'élaboration, et n'élimineront pas totalement les incertitudes relatives à l'activité de construction.

Rationaliser pour maîtriser l'incertitude inhérente au secteur de la construction (et de l'exploitation) de logements

Le principal enjeu de la rationalisation réside dans la maîtrise des multiples incertitudes liées à l'imprévisibilité des facteurs environnementaux, organisationnels et humains survenant aux deux principaux niveaux où intervient le BIM, en conception-construction et en gestion-exploitation. Nous entendons ici par incertitudes la survenue d'événements non probabilisables (si tel était le cas, il s'agirait de « risques ») mais inévitables, liés aux multiples aléas susceptibles de survenir à chaque niveau.

- › **Sur le plan de la conception-construction**, chaque projet immobilier est par définition « nouveau », il implique la résolution en situation de problèmes imprévus (défaillance de l'un ou l'autre des intervenants, problèmes survenant du fait de la spécificité d'un chantier particulier, de sa localisation sur un terrain et dans un espace urbain particuliers, des aléas climatiques, problèmes techniques, erreurs et omissions, évolutions législatives et réglementaires...).
- › **Sur le plan de la gestion-exploitation**, les événements susceptibles de survenir sont également nombreux, notamment du fait de l'usure plus ou moins rapide des différents éléments constitutifs d'un espace d'habitation par rapport aux prévisions initiales, de l'évolution du coût des consommables et des matières premières nécessaires à l'exploitation et à la rénovation, du marché de l'immobilier, de l'évolution de la réglementation sur le long terme, et enfin des manières d'habiter des différents publics occupant les logements sociaux. Chacun de ces facteurs peut comporter des implications en matière d'efficacité, et in fine d'efficacité de la prestation rendue.

Ces incertitudes sont radicales, au sens où elles sont inhérentes et propres à chaque secteur d'activité, et il serait illusoire de prétendre les supprimer : l'enjeu pour les parties prenantes est d'en développer une maîtrise qui ne sera jamais absolue mais satisfaisante, et s'exprimera en termes de capacité d'adaptation aux événements imprévisibles et d'innovation, autrement dit d'intelligence collective.

Rationaliser, c'est donc être conscient que l'on ne pourra jamais tout rationaliser *a priori*... tout en se donnant les moyens et la souplesse nécessaires pour s'adapter à l'incertitude résiduelle.

Les limites et les risques de l'optimisation

Les risques de la démarche d'optimisation associée au BIM s'expriment principalement dans la dérive potentielle des techniques gestionnaires, qui passeraient du statut de moyen d'organisation de l'action (on se sert des outils et méthodes de gestion pour mieux remplir les objectifs organisationnels) à celui de finalité (l'objectif est de respecter les indicateurs et de mobiliser les outils et méthodes, sans véritable regard critique sur l'intérêt pratique de la démarche). En d'autres termes, le BIM deviendrait un objectif en lui-même, au lieu de constituer un ensemble de techniques pour mieux concevoir, mieux construire, mieux gérer, mieux loger : la recherche de l'efficacité se substituerait au souci d'efficacité.

Certes, les deux approches sont liées (renforcer l'efficacité peut permettre de renforcer également l'efficacité) mais ce lien n'est pas systématique, et constitue l'un des enjeux du processus de rationalisation.

LE MANAGEMENT DÉSINCARNÉ

Dans son ouvrage intitulé « *Le management désincarné* » (La Découverte, 2015), la sociologue des organisations Marie-Anne Dujarier analyse les tensions récurrentes entre deux conceptions des organisations qui renvoient à des univers d'action et de pensée de plus en plus parallèles (et donc de plus en plus déconnectés l'un de l'autre) :

- › le premier est constitué par le **monde des « planneurs »**, qui conçoivent les modèles organisationnels génériques destinés à se déployer dans tous les secteurs d'activité, élaborent les outils et méthodes destinés à leur mise en œuvre. Les consultants en gestion et en organisation, les concepteurs des systèmes d'information chez les éditeurs de solutions informatiques entrent dans ce cadre ;
- › le second monde est **celui des acteurs opérationnels** au sein des organisations, à qui s'appliquent les dispositifs pensés en amont et qui doivent les intégrer dans leur activité. Ces acteurs peuvent occuper des fonctions et des niveaux de responsabilité très divers (direction d'entreprises et de sites, encadrement intermédiaire, responsables de projets, opérateurs...).

Ces deux mondes tendent à devenir étanches l'un à l'autre : les « planneurs » ne connaissent pas les spécificités des activités opérationnelles qu'ils prescrivent et demeurent dans l'abstraction ; les opérationnels n'ont pas de vision globale de la logique des dispositifs, outils et méthodes qu'ils doivent s'approprier. Les conséquences de ce décalage se traduisent par des difficultés d'appropriation d'outils et de méthodes trop formels ou trop généraux, d'inefficacité, voire par des phénomènes de souffrance professionnelle lorsque l'activité doit se contorsionner pour entrer dans les cadres qui la définissent de manière extérieure.

Le BIM est trop important pour le laisser entre les mains des « planneurs ».

La recherche de « bonnes pratiques » BIM au nom de la réduction de l'incertitude et au-delà de procédures gestionnaires plus formalisées peut potentiellement se traduire par l'introduction de rigidités supplémentaires, entravant la nécessaire capacité d'adaptation aux aléas des projets et des chantiers. Le risque est que le « plan » abstrait (Dujarier, 2015) tende à s'imposer aux pratiques effectives et vienne excessivement cadrer ces dernières.

La codification : écrire, décrire et prescrire l'activité pour l'optimiser

L'optimisation constitue l'objectif de toute rationalisation organisationnelle, mais s'appuie sur la mise en œuvre de techniques, permettant sa réalisation : le premier de ces moyens est constitué par une codification généralisée, caractérisée par l'écriture de l'ensemble des activités inhérentes à la conception et à la construction de logements.

Écrire (du texte, des chiffres, des schémas, des algorithmes, des programmes informatiques...), c'est décrire et objectiver le monde, prévoir et prescrire les activités, réduire l'incertitude.

CODIFICATION ET « RAISON GRAPHIQUE »

L'anthropologue Jack Goody s'est attaché à comprendre la signification de l'activité humaine d'écriture et son lien avec l'évolution des sociétés humaines. Être capable de confronter les pratiques aux prescriptions, le prévu et le réalisé, c'est cadrer l'activité, c'est « maîtriser le monde », ou du moins une partie de ce dernier, et réduire l'incertitude (ou du moins l'appréhender partiellement, la traduire en risque). Cette démarche correspond à la mise en œuvre d'une « raison graphique » (Goody, 1979) consistant à écrire, transcrire et décrire l'activité afin de la rendre plus objective, visible et critiquable. Il s'agit en particulier de réduire les possibilités d'interprétation des énoncés, et de prendre de la distance par rapport aux pratiques professionnelles.

La codification désigne ainsi un travail généralisé d'écriture de l'activité et des modes d'organisation où elle se déroule, se manifestant sur **trois niveaux principaux**.

1. Mettre l'activité en procédures et en plans

Le premier de ces niveaux, qui est aussi le plus visible, se caractérise par la production de textes visant à décrire et prescrire le travail de conception et de réalisation. Il constitue la traduction opérationnelle de la démarche de modélisation évoquée plus haut. Il affecte de manière conjointe les activités et les dispositifs numériques devant accompagner et équiper leur mise en œuvre. Il s'agit concrètement d'opérer une division de l'activité en opérations et en tâches élémentaires devant être réalisées par les différents acteurs. La formalisation de la division du travail se manifeste à ce niveau par la définition des tâches, des procédures, des modes opératoires à suivre, des savoirs et des savoir-faire devant être mobilisés.

La définition des cahiers des charges BIM élaborés par la maîtrise d'ouvrage ainsi que les matrices ou gabarits qui tendent de plus en plus à formaliser les modalités de la réponse participent également de cette logique. Il en va de même de l'équipement – encore peu développé – du travail en phase chantier, qui doit suivre les principes inscrits dans la maquette numérique, et du travail administratif (suivi des locations, maintenance...) en BIM gestion-exploitation.

Sur l'ensemble de ces plans, l'écriture de l'activité se trouve également au cœur de la définition en cours des rôles et responsabilités de chaque intervenant, visant à préciser qui doit faire quoi et comment, avec quelles compétences, quelles qualifications et éventuellement quelles formations diplômantes et qualifiantes pour permettre leur acquisition. Cette écriture s'inscrit dans une logique algorithmique, où les différentes actions sont articulées et définies en fonction des événements survenant en amont, des demandes et des variations de l'environnement. En d'autres termes, chaque tâche se voit ainsi mise en relation avec des acteurs qui se trouvent à sa source (input) et à sa destination (output), en interaction étroite avec les outils informatiques équipant l'activité dont le paramétrage joue un rôle structurant dans la définition des modes opératoires.

Si les logiciels sont paramétrés en fonction de l'activité, l'activité est aussi définie et paramétrée en fonction des logiciels, qui cadrent les actions, et se présentent comme des « architectes » (Souchier, Jeanneret, 1999 ; Jeanneret, 2011) : l'ergonomie des logiciels, par exemple, la disposition des champs de formulaires, fenêtres, menus, étapes à suivre, impose par sa simple présence une manière de travailler qui n'est pas neutre, elle « fait » écrire et réaliser l'activité selon la logique de découpage qu'elle intègre, se présentant comme une injonction – certes courtoise et diffuse – à agir dans un certain sens.

Ainsi, on ne peut pas dissocier les outils et les méthodes dans la technique BIM, même si à l'heure actuelle, nos observations tendent à montrer que leur mise en œuvre demeure en phase d'expérimentation et d'apprentissage.

2. Prescrire la coordination... et la collaboration ?

Si la codification porte en premier lieu sur les tâches et les manières de les réaliser, elle poursuit l'ambition de s'étendre aux modalités de la coordination des acteurs, de plus en plus étroitement interdépendants, du fait de l'intégration organisationnelle portée par le BIM et de la logique de process qui le sous-tend.

Accroître la division du travail ainsi que sa formalisation implique nécessairement de l'ordonner. Si cette démarche est au cœur des méthodes d'organisation scientifique du travail depuis un siècle pour les tâches postées, dont l'incertitude a été ainsi rendue faible, elle est aujourd'hui amenée à investir des activités moins formalisées, confrontées à « l'incertitude radicale » dont il était question plus haut : comment accompagner et rationaliser le « travailler ensemble » impliquant de nombreux acteurs aux logiques hétérogènes dans des environnements peu prévisibles, comportant une part de conception et d'innovation, comme la conception, la construction et l'exploitation de bâtiments ? C'est la question de la nature et des modalités de mise en œuvre du travail collaboratif qui est ici posée.

Les promoteurs du BIM tendent à considérer que cette technique est « naturellement collaborative », dans la mesure où chaque intervenant dans un projet peut potentiellement accéder à la même information au même moment et travaille sur un modèle centralisé. Cette posture rappelle les discours tenus lors du développement des ERP (Enterprise Resource Planning) dans l'industrie, où le partage des données allait s'opérer de lui-même, et où la simple présence de l'objet technique – une application dite collaborative – permettrait la mise en cohérence des acteurs et l'efficacité des processus.

Or, le BIM, pas plus que n'importe quelle autre technique organisationnelle, n'est « naturellement collaboratif » : la capacité à collaborer doit être construite, faire l'objet d'un apprentissage, intégrer, contourner et surmonter les innombrables difficultés liées aux rapports de pouvoirs structurant les relations entre partenaires, aux stratégies divergentes qu'ils déploient, à la diversité de leurs représentations et de leurs logiques d'action.

L'intercompréhension n'est pas naturelle ni techniquement déterminée, elle émerge des pratiques sociales et professionnelles. Cet aspect du développement des techniques BIM est, là encore, l'objet de réflexions et d'expérimentations, même si une claire conscience des enjeux qu'il revêt semble présente. Le dispositif technique, par sa présence, conduit à une coordination forcée dans la mesure où les parties prenantes sont davantage intégrées et n'ont pas d'autre choix que de travailler en commun, mais cela ne saurait suffire à l'émergence de pratiques collaboratives effectives.

3. Produire des informations sur l'activité, les construire en « indicateurs »

Outre la formalisation des activités et celle, moins avancée, des modalités de leur coordination, la codification associée aux techniques BIM se manifeste au travers de la production permanente d'informations relatives à l'activité, au degré d'efficacité de cette dernière exprimé selon des indicateurs gestionnaires (coûts et délais, consommation de facteurs de production) et au respect des règles et procédures. La réalisation du travail de conception, de construction ou d'exploitation implique d'exploiter des informations disponibles dans les applications informatiques, et conduit chaque acteur à en produire, de manière délibérée au travers de tâches de reporting (saisie de mesures dans des tableaux de synthèse) ou involontaire, par le simple usage des applications venant alimenter des indicateurs.

La codification de l'activité (peut-être, à l'avenir, celle de la coordination) génère elle-même des écrits prenant le plus souvent la forme de valeurs numériques venant évaluer et structurer l'activité : c'est la performance (du moins la performance construite selon des critères gestionnaires) qui est écrite, qui rend visible l'activité, et contraint éventuellement à une réorientation de cette dernière. BIM metric semble s'inscrire dans cette logique, au même titre que les applications de contrôle de conformité, visant à automatiser partiellement la comparaison entre le prescrit et le réalisé, ainsi que les outils de gestion-exploitation.

Au risque de l'information...

La codification – c'est-à-dire l'écriture – de l'activité, de sa coordination et de son évaluation fonde l'élaboration des processus-métiers destinés à structurer le fonctionnement en flux associé au BIM.

Elle constitue le premier point d'appui de la démarche d'optimisation caractérisant la rationalisation organisationnelle à l'œuvre dans le secteur du bâtiment. Les différentes dimensions qui le constituent sont étroitement articulées et interdépendantes, mais demeurent, à l'heure actuelle, évolutives et font l'objet d'expérimentations et de recherche et développement. Il n'existe pas aujourd'hui de véritable « one best way » de la codification et plus largement de la mise en œuvre de techniques BIM. Des effets positifs peuvent être attendus en termes d'accroissement de la productivité et de meilleure visibilité du processus d'activité, assurant une meilleure qualité, évitant les doublonnages de tâches, réduisant les coûts de gestion à tous niveaux ainsi que les délais grâce à un équipement de la collaboration.

Mais les risques sont également présents, en particulier pour ce qui concerne l'excès de formalisation, dans un contexte où il est difficile de supprimer les aléas (chaque projet immobilier est nouveau, en termes de conception et de réalisation). Il convient de prendre garde à ne pas ajouter de la lourdeur de fonctionnement là où il s'agissait de gagner en flexibilité.

Comment gérer les ajustements inévitables et indispensables, et laisser suffisamment de souplesse ? La codification, si elle est excessive, ne risque-t-elle pas de générer de nouvelles incertitudes ou de rendre plus délicate la prise en compte des incertitudes existantes ?

Comment ne pas sombrer dans des injonctions paradoxales, comment respecter les règles et la capacité à déroger à ces dernières pour s'adapter aux particularités d'un projet non complètement prévisible *a priori* ; comment être agile et déroger aux règles lorsque celles-ci deviennent inapplicables tout en respectant des procédures qui par définition restreignent les marges de manœuvre ? Comment industrialiser les processus tout en demeurant proche des besoins du maître d'ouvrage et des (futurs) occupants d'un logement ?

Enfin, la focalisation sur les indicateurs peut constituer le germe de souffrances professionnelles, reflétant une perte d'identité, des rythmes de travail intensifiés, la répétition de tâches, avec un danger de désresponsabilisation voire de désengagement alors même que ces critères deviennent essentiels en environnement collaboratif.

Ces différents points constituent la manifestation d'un risque général, caractérisé par le fait que l'on privilégierait l'efficience – le respect des indicateurs prédéfinis et des procédures – à l'efficacité, construire mieux et moins cher en répondant à la demande de logements. Ainsi que nous l'évoquions plus haut, la substitution du monde de la gestion (le « plan ») à celui des pratiques professionnelles effectives et l'excès de formalisation définie de manière abstraite peuvent se traduire par une source potentielle de non productivité, le secteur de la construction immobilière pouvant difficilement être assimilé à une chaîne automobile ou aéronautique.

La justification : construire le sens de l'optimisation et de la justification

Si l'optimisation s'appuie sur la codification conjointe des activités, de leur coordination et de leur évaluation, elle repose également sur une démarche de justification, correspondant à l'explicitation des changements en cours et des nouvelles formes d'organisation en émergence. Il s'agit de les rendre compréhensibles et acceptables par les acteurs impliqués, ce qui conditionne le fait qu'ils adhèrent, s'impliquent dans l'organisation « optimisée » ou du moins ne la rejettent pas de manière trop violente. L'enjeu principal est de faire en sorte que chacun se retrouve dans le nouveau modèle organisationnel et dans les nouveaux contextes de travail associés au BIM, qu'il se les approprie, qu'il y trouve « sa place » malgré les remises en cause subies par les identités professionnelles et organisationnelles. L'ingénierie ne porte plus ici sur les aspects techniques de l'activité, les méthodes qui la structurent et les outils qui l'équipent, mais sur sa dimension symbolique (Floris, 1996 ; Olivesi, 2006) : c'est le sens que l'on construit, afin de rendre interprétables les transformations.

Cette ingénierie du sens est complémentaire de la codification, mais ne repose pas sur les mêmes bases. Alors que la première repose sur l'établissement d'un ensemble de « listes » décrivant les activités (fiches de poste, procédures, rubriques de cahiers des charges à respecter) et d'unités symboliques élémentaires (chiffres, indicateurs, mots-clés), la seconde implique la construction de « récits » (Browning, 1992 ; Boudès, 2005), venant mettre en scène les transformations organisationnelles, techniques et professionnelles en cours. Ces dernières font ainsi l'objet de narrations qui expliquent les évolutions et dans une certaine mesure leurs causes, décrivent la place de chacun, dessinent un horizon, racontent l'histoire en cours de changement... et racontent aussi « une histoire », le procédé pouvant sur le plan des techniques de communication s'apparenter au storytelling (d'Almeida, 2012 ; Salmon, 2013).

De fait, la production des récits organisationnels associés au BIM repose sur un travail de construction argumentaire (Gauthier, Breton, 2012) empruntant largement à la technique du recadrage, consistant à présenter l'environnement sous un angle conforme aux objectifs de l'émetteur du discours en atténuant certains éléments et en insistant sur d'autres. **L'enjeu est ainsi de présenter la réalité telle que l'on souhaiterait qu'elle soit interprétée.** D'autres techniques, telles que l'usage

d'arguments d'autorité prenant appui sur des éléments présentés comme incontestables (chiffres, parole d'expert, exemples d'autres secteurs ou entreprises jugés valorisant) et les arguments de communauté (visant à rassembler autour d'un principe ou d'un énoncé suffisamment général pour être incontestable et invérifiable) sont également mobilisées.

Cette construction argumentaire apparaît à **deux niveaux complémentaires**.

1. Les discours d'évangélisation

Le premier, dont les contours apparaissent assez précis, s'inscrit au niveau sectoriel. Les auteurs des discours sont les acteurs structurant le développement du BIM, au niveau des éditeurs de logiciels spécialisés, des pouvoirs publics et des organisations interprofessionnelles.

On peut à ce niveau parler de « discours d'évangélisation » autour du BIM, où s'opère la construction d'une « idéologie BIM » reposant sur des principes similaires à ceux que l'on a connus dans d'autres secteurs d'activité avec le déploiement des TNIC (Technologie numérique d'information-communication) et en particulier des ERP (Enterprise Resource Planning) dans les années 1990.

La fluidité de la transmission des informations (étendue par analogie à celle des transactions et de la réalisation des activités matérielles), la transparence des organisations, leur agilité grâce à l'unicité des données récapitulées dans la maquette numérique, dessinent un monde idéalisé, largement dépourvu d'inconvénients et évoquant peu les difficultés liées à l'intégration effective du BIM. Dans un univers fluide et dépourvu de frictions sociales par la grâce de la technique, où chacun respecterait des règles prévoyant toutes les éventualités possibles, il conviendrait de penser BIM, de rompre avec des pratiques antérieures désormais obsolètes, de s'engager dans la modernité, démarche de toute manière incontournable en raison des transformations du monde. Il faut pour cela dépasser les « rigidités organisationnelles » et les « résistances au changement » qui constitueraient autant d'entraves à l'évolution. Les contraintes du marché, les réductions budgétaires, le « sens de l'histoire », étayés par des arguments d'autorité (chiffres, indicateurs soigneusement choisis et citations d'experts) pas toujours explicités, rendraient impossible un non engagement immédiat dans le BIM : les discours de la Mission Numérique, des événements promotionnels tels que les BIM d'or ou le salon BIM World, constituent autant de lieux où de tels discours sont omniprésents dans un contexte où se mêlent enjeux industriels, commerciaux et politiques, dessinant un panorama d'ensemble.

2. La mise en pratique du BIM, un moyen de diffusion du sens

Le second niveau de production et de diffusion des discours de justification est constitué par les projets BIM eux-mêmes. Beaucoup plus local, ce niveau met en scène l'ensemble des parties prenantes opérationnelles en maîtrise d'œuvre et en maîtrise d'ouvrage, sur une opération précise mobilisant les outils-méthodes BIM.

L'ingénierie du sens est ici bien plus concrète et proche des pratiques professionnelles que des discours généraux, elle est aussi moins univoque et moins bien rodée. Au même titre que la définition des processus métiers associés au BIM et les différents aspects de la codification qui la constituent, l'ingénierie symbolique au niveau des projets est encore largement en phase d'expérimentation et d'apprentissage. Les enjeux s'expriment ici en termes d'accompagnement du changement auprès des différentes organisations et des différents métiers (architectes, bureaux d'études, entreprises générales, mais aussi maîtres d'ouvrages qui doivent convaincre leurs partenaires...) visant à permettre à chaque métier – et à chaque personne concernée – de construire le sens des changements qui l'affectent, de s'y adapter, de devenir acteur des transformations.



Il s'agit également de dépasser les craintes associées à ces changements, d'intégrer les changements qui affectent les professions, et de gérer les controverses socio-techniques opposant les différents acteurs et cristallisées par le BIM. « Rigidités organisationnelles » et « résistances au changement » ne sont ici plus des postulats généraux, mais des réalités opérationnelles, dans lesquelles les réalités sont d'anciens modes de fonctionnement qui fonctionnent encore, qui ont fait leurs preuves et que l'on se propose de changer ; tandis que ceux qui « résistent au changement » ne le font pas uniquement par goût de la routine, mais parce qu'ils sentent qu'ils ont quelque chose à perdre (leur identité professionnelle, leur emploi...) et ne savent pas ce qu'ils vont retrouver. Tout changement est anxiogène, même s'il est porteur de nouvelles manières de faire et d'un enrichissement du travail.

La mise en récit destinée à construire le sens des évolutions ne peut ici se réduire à une production et à une diffusion de discours par les voies traditionnelles de la communication organisationnelle (supports papier ou numérique, événements, paroles de dirigeants), mais doit s'inscrire au plus près de l'activité, des problèmes opérationnels, des conflits éventuels. Les multiples représentations contradictoires vis-à-vis du BIM demandent à être cartographiées (qui se positionne comment, pour quelles raisons, en s'exprimant de quelle manière, avec quel poids politique ?...) afin d'envisager les modalités d'un accord, ou du moins d'une non incompatibilité de point de vue. L'adhésion ne se décrète pas par la simple diffusion d'énoncés descendants prônant la croyance au BIM : l'argumentation se doit d'être ici plus subtile, le discours davantage plurivoque.

Il demande à être diffusé par l'explicitation des changements organisationnels laissant une large place à l'écoute et au dialogue (les managers intermédiaires et chefs de projets étant appelés à jouer ici un rôle central), par les pratiques professionnelles collectives (l'activité est peut-être bien davantage porteuse de sens que les beaux discours), et par la formation professionnelle au BIM qui ne saurait être purement technique.

Le travail de justification que nous venons d'exposer conditionne le bon fonctionnement d'une organisation codifiée, qui doit être comprise, acceptée a minima et même co-définie avec ceux qui vont la faire vivre. Ces deux éléments, l'un technique (la codification, avec ses méthodes et outils) l'autre symbolique (la justification), constituent les deux piliers permettant de remplir un objectif d'optimisation qui ne peut être seulement quantitatif mais doit également intégrer des dimensions qualitatives, articulant recherche d'efficacité et d'efficacités. La rationalisation organisationnelle à l'œuvre dans le secteur du bâtiment semble néanmoins davantage emprunter à des logiques socio-économiques beaucoup plus générales conduisant à la convergence vers des formes organisationnelles actuellement dominantes, et non dépourvues de risques.

<i>Tableau de synthèse</i>	Optimisation <i>Objectifs / principes</i>	Codification <i>Moyen technique</i>	Justification <i>Moyen symbolique</i>
Finalité	<ul style="list-style-type: none"> › Renforcement de l'efficience organisationnelle (outils et méthodes / résultats) › Augmentation de la productivité et de la rentabilité 	<ul style="list-style-type: none"> › Mise en œuvre d'une « raison graphique » : écrire, transcrire et prescrire l'activité pour la rendre « objective », visible, critiquable › Réduire les possibilités d'interprétation des énoncés 	<ul style="list-style-type: none"> › Expliciter, légitimer, rendre acceptables les changements en cours auprès de l'ensemble des acteurs afin de les faire adhérer, de les impliquer pour faire exister l'organisation « optimisée »
Enjeux	<ul style="list-style-type: none"> › Maîtriser l'incertitude liée à l'imprévisibilité des facteurs environnementaux, organisationnels, humains › Modéliser pour rendre prévisible › Définir des critères de performance et des indicateurs pour mesurer / évaluer 	<ul style="list-style-type: none"> › Modélisation des processus métiers, des activités, des tâches à chaque niveau › Articulation de ces processus à des outils informatiques venant permettre la mise en œuvre des processus et contrôler leur bonne application › Définition des rôles et responsabilités : qui fait quoi et comment + définir des formations (diplômantes et qualifiantes) 	<ul style="list-style-type: none"> › Produire des « récits » racontant de manière plus humaine et recadrée que les listes de tâches l'organisation attendue › Enrôler, donner « à chacun sa place » et faire en sorte qu'il y ait appropriation › Diffuser ces récits, par des discours organisationnels, par l'activité elle-même et par la formation
Tâches et activités liées aux outils / méthodes BIM	<ul style="list-style-type: none"> › Définition de « bonnes pratiques » BIM (encore en émergence) › Définition de processus de travail et « manières de faire » avec le BIM en maîtrise d'ouvrage et en exploitation-gestion + formation › Définition des fonctions, postes et missions des différents intervenants, › Normalisation des formats de données, normalisation terminologique › Outils de reporting à tous niveaux afin de « faire trace » (BIM metric) 	<ul style="list-style-type: none"> › Définition de cahiers des charges BIM + matrices à destination de la maîtrise d'œuvre › Contrôle de conformité › Utilisation des outils BIM sur le chantier (réduire le décalage prescrit-réalisé) : encore en mise en place › Mise en œuvre d'outils de recueil d'informations techniques et administratives, gestions des données liées à l'exploitation › Mobilisation de ces données pour les tâches de maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> › Discours d'évangélisation (Mission numérique, éditeurs, BIM World...) › Construction d'une « idéologie BIM » liée à celle des TNIC : fluidité, transparence, unicité des données, monde idéal(isé) de la construction : recadrage argumentaire (le monde sous un certain angle et tel qu'il devrait être) › Affirmation du caractère incontournable des transformations : le marché, les réductions de budgets, « on n'a pas le choix », appuyé sur des arguments d'autorité (indicateurs, chiffres, propos d'experts)
Opportunités potentielles	<ul style="list-style-type: none"> › Réduction des coûts à différents niveaux (construction + exploitation) › Amélioration de la qualité des constructions (fiabilité, environnement, énergie) › Améliorer la qualité du service rendu aux occupants 	<ul style="list-style-type: none"> › Mise en visibilité du travail assurant une meilleure qualité, évitant les doublonnages, assurant la mise en flux, la réduction des coûts de gestion à tous niveaux › Réduction des délais liée à un équipement de la collaboration / coordination entre acteurs 	<ul style="list-style-type: none"> › Préparer et accompagner le changement, mobiliser › Permettre à chacun de construire le sens des changements en cours, d'être acteur des transformations : associer les acteurs › Travail de construction d'argumentaire prenant en compte les controverses, adaptant les discours (que dire à qui)
Risques et limites potentielles	<ul style="list-style-type: none"> - « Gestionnarisation » : la gestion qui doit être un moyen devient la finalité - Le « plan » abstrait (Dujarier, 2015) se substitue au réel - Privilégier l'efficience des processus et de l'organisation (dimension technique et économique) par rapport aux objectifs de l'organisation (mieux loger...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Rigidification du fonctionnement dans un contexte où il est difficile de supprimer les aléas (chaque projet est nouveau, en termes de conception et de réalisation) - Comment gérer les ajustements inévitables et indispensables ; et laisser suffisamment de souplesse ? - Décalage plan / opérationnel, nouveaux dysfonctionnements, nouvelles incertitudes 	<ul style="list-style-type: none"> - Décalages entre les expériences vécues (rigidités éventuelles, dysfonctionnements, remise en cause des identités professionnelles) et le contenu des récits - On ne décrète pas la croyance et l'adhésion : attention aux discours descendants sans écoute ni dialogue

Vers une convergence des formes organisationnelles ?

Pour prolonger le point précédent sur les pourtours de la rationalisation, nous dirons que cette rationalisation organisationnelle suppose l'élaboration :

- ▶ de **schèmes cognitifs/culturels** qui définissent des rapports entre moyens et fins (mais aussi des **outils pour les incarner**),
- ▶ d'un système de **standardisation du contrôle** sur les acteurs et les activités (ex. : indicateurs).

Les forces qui participent de cette rationalisation s'inscrivent dans un mouvement d'**institutionnalisation** sous le joug d'autres **institutions** plus larges (comme le **milieu informatique** ou le **milieu gestionnaire** qui participent de la production d'une pensée assez puissante depuis les prémisses Tayloriens).

Nous envisageons l'**institutionnalisation du BIM** comme un processus résultant d'un jeu de trois forces (*forces dont nous développons certains aspects dans le tableau de synthèse ci-après*). Ces forces sont interdépendantes et prises dans des mouvements de rétroaction (DiMaggio, Powell, 1983, 1991).

1. Force coercitive

La mise en œuvre du BIM est tout d'abord une affaire de contraintes : les discours pro-BIM créent un écosystème contraignant qui s'exerce sur l'ensemble des acteurs et qui agit à la fois sur les représentations des acteurs et sur les pratiques effectives. Les discours pro-BIM relèvent souvent ici du domaine des **croyanances**, des **discours mythologiques** proposés comme autant d'évidences. Certains préféreront y croire, d'autres s'efforceront d'y croire, d'autres encore montreront certaines réticences. La force de ces discours provient de ce qu'ils s'incarnent dans autant d'**objets, d'outils-méthodes** (par ex. dans des cahiers des charges), **directives ministérielles, normes et pratiques**. Ici la question est celle de l'évolution des jeux d'interdépendance entre les acteurs du réseau BIM (qui impose à qui, qui influence qui, par quels moyens, etc. ?).

2. Force mimétique

La mise en œuvre du BIM relève aussi d'une logique d'imitation proche du « mimétisme rationnel » : les acteurs se retrouvent dans une situation d'incertitude : « *ça bouge, que dois-je faire ?* ». À défaut de pouvoir trouver un argument de rationalité absolue qui viendrait asseoir un positionnement (« *on ne sait pas encore comment ça va se passer, ni quelles sont les vraies plus-values à terme* »), il est plus commode de s'en remettre à un fonctionnement par mimétisme. Un vieil adage dirait qu'*il vaut mieux avoir tort ensemble que d'avoir raison tout seul*.

Ce mimétisme est renforcé par le fait que le BIM s'appuie sur une idéologie qui porte l'information du système comme unique et partagée (et pourquoi pas autonome). Pour que cela fonctionne, il convient donc que tous les acteurs d'une chaîne de production et de vie du bâtiment adoptent des conventions, des similarités dans les méthodes de travail.

3. Force normative

L'action des forces mimétiques et coercitives construisent le BIM en norme d'organisation, à laquelle il est difficile d'échapper : des pratiques communément mises en œuvre sous l'exercice de la contrainte et de processus d'imitation finissent par s'institutionnaliser, par entrer dans les règles à respecter. Cette force normative pousse à la création de réseaux d'acteurs aux pratiques inter-compatibles, amenés à « agir ensemble »...

Ainsi de nombreux acteurs (associations de professionnels, pourvoyeurs d'outils-méthodes, grands groupes industriels du bâtiment et du logiciel, organismes de formations) concourent à la mise en place de normes (les circuits de formations, les organismes de certification, des standards).

Le développement des moyens organisationnels et matériels par lesquels ces forces se traduisent dans les pratiques renvoie aux processus de rationalisation abordés au point précédent.

Au final, différents aspects nous semblent se transformer :

- › Les activités de construction et de gestion du bâtiment opèrent un tournant que nous pourrions appeler de « **gestionnarisation** ». Tournant qui s'appuie sur un logos gestionnaire que Valérie Boussard développe sous la forme d'un tryptique : la **performance** (objectif des organisations), la **maîtrise** (contrôle des organisations), et la **rationalité** (manière de procéder des organisations).
- › Il s'opère un **déplacement des espaces de régulation** (de conflits) du chantier vers une conception collaborative en amont du chantier (travail accru de gestion de la planification). Se pose alors la question d'une nouvelle dynamique des responsabilités et de la **reconfiguration des métiers** (au profit d'une ingénierie concourante ?), du déplacement des valeurs ajoutées (d'un ingénieur à un opérateur de saisie de données) et de la redistribution des rémunérations.
- › Le dernier aspect touche à la manière de concevoir les méthodes de conception des bâtiments, et plus particulièrement les **structures cognitives** qui la porte. Si dessiner d'un calque papier à un calque numérique (voire à des élaborations 3D), était une évolution importante dans le métier, le passage à cette forme de **modélisation** nous semble passablement modifier les habitudes et les manières même de penser un bâtiment,

Institutionnalisation du BIM ?

Pour prolonger l'analyse de l'institutionnalisation du BIM à partir des 3 forces présentées ci-avant, nous proposons de décliner ces dernières selon 4 aspects :

1. des éléments de contexte qui viennent poser un cadre dans lequel le BIM se développe en France (et plus particulièrement ici dans le cadre du logement social) ;
2. des éléments qui appuient le travail de développement d'un réseau d'acteurs BIM (des discours, des standards, des documents du type cahier des charges, etc.) ;
3. des manières de concevoir le travail collectif supportées/inscrites dans des outils-méthodes ;
4. des évolutions encore difficiles à cerner mais qui semblent s'annoncer.

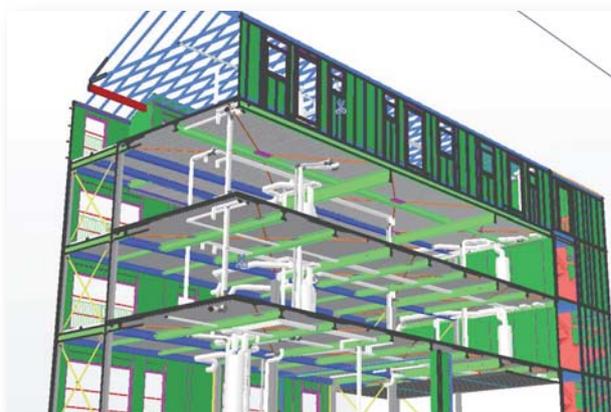


Tableau de synthèse	Forces isomorphiques → institutionnalisation		
	coercitive	mimétique	normative
Spécificité (DiMaggio & Powell, 1983)	Résulte de pressions, influences politiques et questions de légitimité	Réponses standards face à de l'incertitude (J. March, 1982)	Liée à la professionnalisation des acteurs
Conditions (cadre) de la démarche de « développement d'un réseau d'acteurs BIM »	<ul style="list-style-type: none"> › Obligation en devenir ? [plan numérique du bâtiment, une loi dans l'ombre...?] › « Injonction courtoise » à suivre la démarche : s'appuie sur QCD + compétences/implications gestionnaires à des fins de prévisions (contractualisation : cahier des charges) 	<ul style="list-style-type: none"> › Une mode anglo-saxonne ? › Diminution des loyers › Utopie latente d'une information unique et partagée → nécessité de tous adhérer › Cahier des charges › Démarcation opportuniste ? 	<ul style="list-style-type: none"> › Circulation/constitution des savoirs et perspectives gestionnaires (V. Boussard)
Appuis à la démarche de « développement d'un réseau d'acteurs BIM »	<ul style="list-style-type: none"> › Discours (d'évangélisation) et mise en scène d'une figure du « bon professionnel » du bâtiment › Le BIM comme figure d'un progrès inévitable › Cahier des charges › BIM metric ? 	Questionnement autour des « bonnes pratiques », notamment autour de la constitution d'outils-méthodes dits « standards ». « <i>on attend que quelque chose se stabilise, qu'une solution émerge</i> »	<ul style="list-style-type: none"> › Standards : ISO-IFC, (certification ?), groupes professionnels et de milieu du bâtiment, producteurs de logiciels › Organismes : OpenBim, medi@construct, buildingSMART, etc. › Compétences : recrutement, formation, BIM managers
Schémas inscrits dans les outils-méthodes du BIM	<ul style="list-style-type: none"> › Processus d'action partagée → mise en visibilité et en pression des activités (contrôle) › Travail de coordination resserré (augmentation des interdépendances) › (Données ?) 	<ul style="list-style-type: none"> › Mimétisme (de complémentarité) des différents acteurs dans leur capacité à générer et gérer des données › Modalité collective d'action : régulation conjointe de l'organisation de l'agir collectif 	<ul style="list-style-type: none"> › Règles organisationnelles (nouvelle division de l'activité) inscrites dans l'outil + langage et concept › Modélisation (« passer du dessin à la modélisation ») – nomenclatures
Changements (qui se cherchent)	<ul style="list-style-type: none"> › Répondre/produire des projets en conception-réalisation › Acteurs du bâtiment (compétences et taille) 	<ul style="list-style-type: none"> › Évolutions des liens entre construction et exploitation ? › Constitution de communautés de professionnels du BIM 	<ul style="list-style-type: none"> › « Gestionnarisation » (O. Torrès) : procéduralisation, formalisation, planification, contrôle a posteriori et a priori

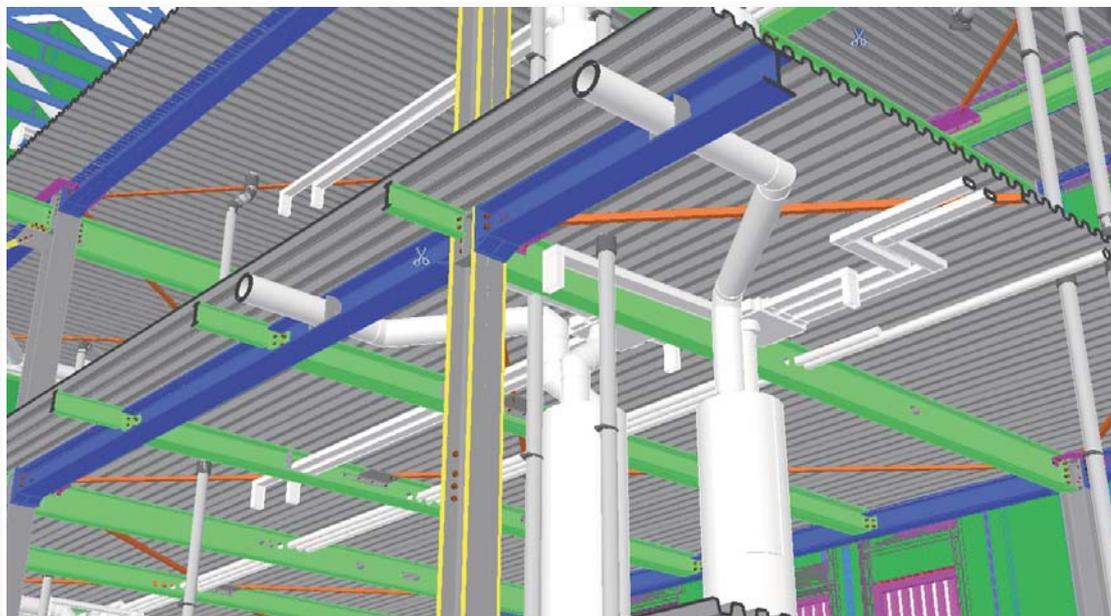
CONCLUSION : POUR PROLONGER

Nous ne reviendrons pas sur les aspects interprétés comme positifs par la plupart des acteurs (et par les chercheurs) dans la mesure où leur intérêt pour la question suppose que ceux-ci les aient suffisamment conquis pour les conduire à se lancer dans de telles démarches.

Pour cette conclusion, nous préférons énoncer quelques alertes sur ce qui est souvent « invisibilisé » dans ce type de démarche :

Ce processus de normalisation suppose en effet :

- ▶ un changement de perspective gestionnaire : d'une gestion réactive vers une **gestion prédictive**,
- ▶ un **travail d'écriture accru** (de génération de données, de remplissage de formulaire, de justification, etc.),
- ▶ un **contrôle continu et partagé qui participe d'une mise en visibilité de l'activité** (écrits et indicateurs), mais aussi mise en visibilité d'une démarche gestionnaire.





CONCLUSION

Le BIM dans les
organismes Hlm :
quels bilans ?

Le secteur du bâtiment, après quelques essais dans les années 1990, connaît actuellement un regain d'intérêt pour les apports du numérique dans les cycles de conception, de réalisation et de gestion des logements. Le renouveau de cette problématique fait notamment suite à une impulsion européenne qui se traduit par l'élaboration de directives recommandant l'utilisation des processus numériques dans les projets de conception, de réalisation et de gestion de logements. En France, cette impulsion se décline par une démarche incitative du Ministère du Logement qui accompagne les acteurs en mobilisant un budget de 20 millions d'euros dans le cadre du PTNB (Plan de transition numérique du bâtiment).

Conscients du potentiel en termes de gain de qualité et de réduction des délais, les acteurs de l'habitat ont également engagé une série d'initiatives visant à accompagner le développement du BIM (Building Information Modeling) qui consiste à produire une maquette numérique des logements de manière collaborative. Le PUCA a financé des recherches débouchant sur la production de cas d'usage à expérimenter appelés BIM metric.

Toutes ces initiatives permettent aujourd'hui aux usages du BIM de se développer. Selon nos observations, ces usages se répartissent en deux grandes approches qui sont pour le moment distinctes : le BIM conception-construction et le BIM gestion-exploitation.

Le coût des BIMs

Le BIM conception-construction et le BIM gestion-exploitation relèvent de deux approches différentes en termes d'objectifs et en termes de coûts. Du point de vue des objectifs, le BIM conception-construction a pour ambition de produire une meilleure qualité de l'ouvrage alors que le BIM gestion-exploitation vise une rationalisation des coûts d'exploitation. En termes de coûts, nous avons observé qu'une maquette conception pouvait coûter entre 40 000 euros et 160 000 euros pour 70 logements* alors que la numérisation d'un logement à destination de l'exploitation est d'environ 50 euros. Ce différentiel de prix pose d'emblée un premier problème pour le développement de la maquette numérique en phase conception-construction. Si les acteurs ne font pas la démonstration d'une meilleure qualité de l'ouvrage en conception et surtout en réalisation, nous pouvons donc nous demander s'il ne serait pas plus pertinent de numériser les logements en fin de réalisation et donc de se concentrer sur le BIM gestion-exploitation, ce qui coûtera finalement beaucoup moins cher.

COMMENTAIRE

*Les prix mentionnés font référence aux réponses de quelques AMO BIM pour un projet de construction de 70 logements lancé en 2016. Ils sont à relativiser et sont sans doute amenés à baisser considérablement du fait de l'amortissement des coûts en R&D nécessaires dans cette phase de développement. Le même phénomène a d'ailleurs été observé concernant le coût de la numérisation des logements existants.

Les cinq phases de la maquette numérique

Mais il faut finalement détailler ces approches de manière plus fine. L'enquête réalisée nous conduit à identifier cinq phases qui comportent chacune des problématiques distinctes et dont les points critiques se trouvent notamment entre les phases, de manière à ce que les connaissances puissent être transférées et conservées.

Une première phase de définition du cahier des charges par la maîtrise d'ouvrage

- › L'enjeu de cette phase porte notamment sur la nécessité d'opérer une meilleure coopération entre la conception et la gestion et donc d'une meilleure intégration de la gestion en amont, ce qui est un point de vigilance majeur.
- › Il s'agit également de bâtir un référentiel et de se mettre d'accord sur le niveau de détail des données. Le problème porte ici sur le fait que les données dont les bailleurs ont besoin en phase gestion ne sont pas les mêmes que celles des concepteurs et des exécuteurs.

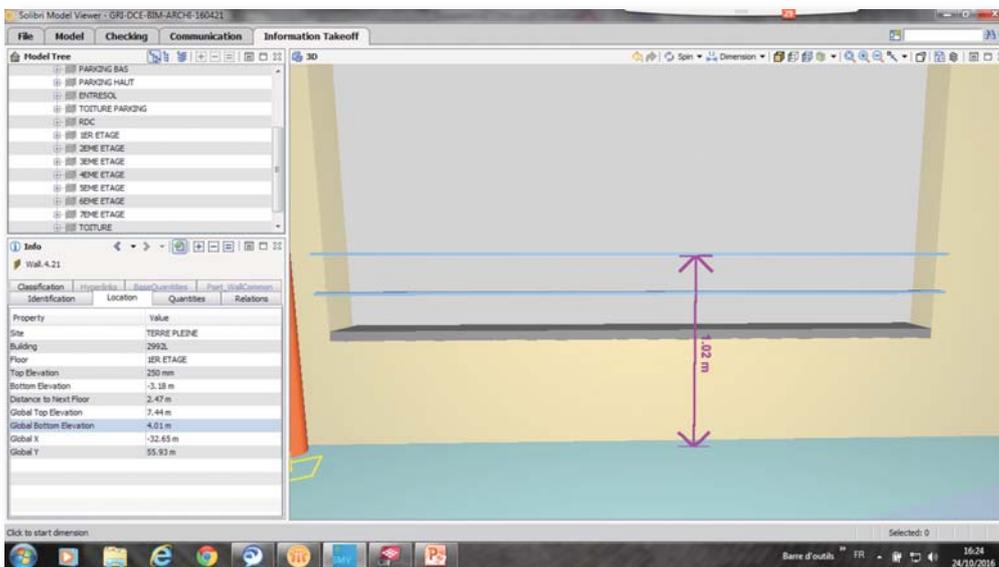
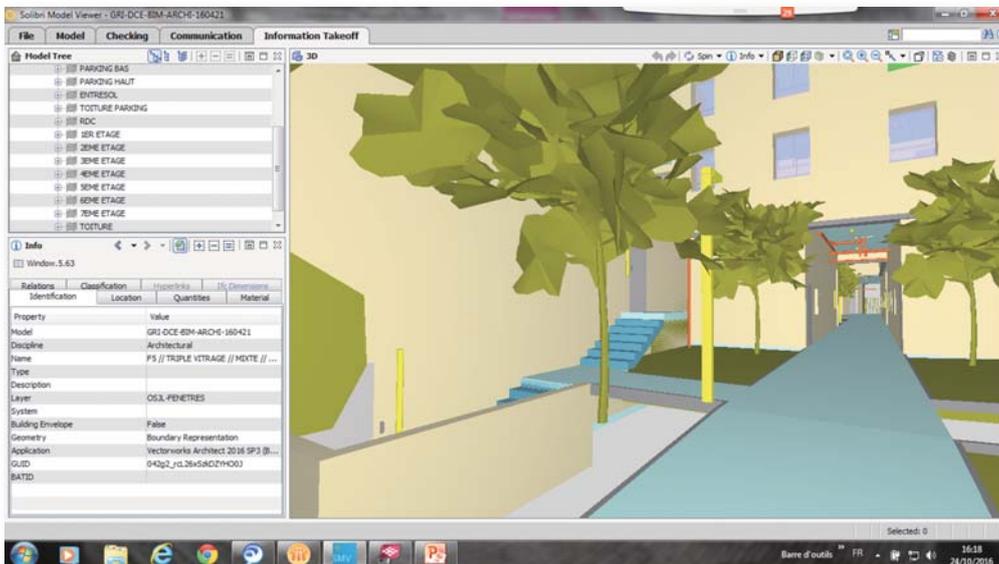
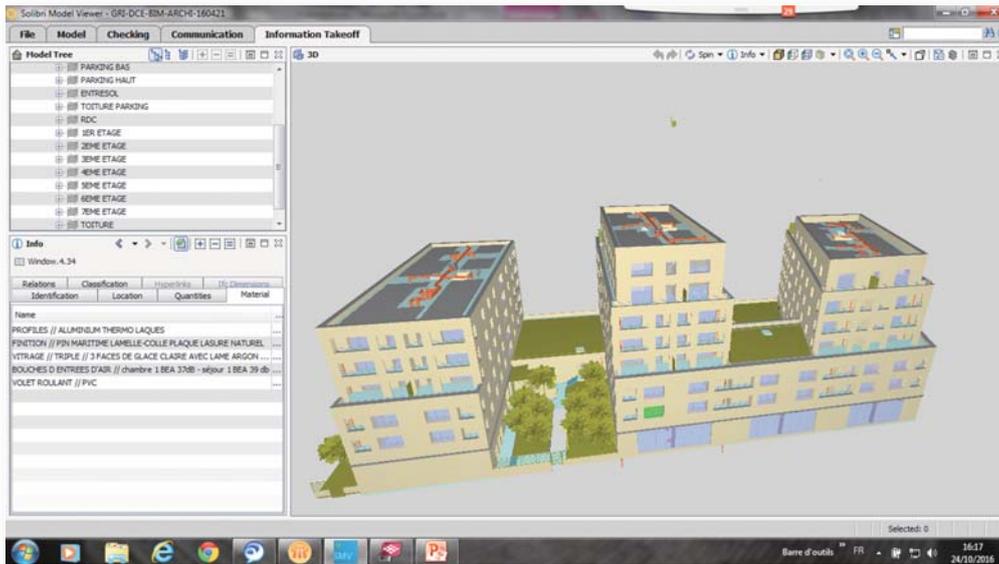
Une deuxième phase de conception

L'enjeu est ici de développer le mode collaboratif dans un contexte organisationnel fragmenté où nous assistons à :

- › un processus d'intégration des acteurs (par exemple des cabinets d'architectes qui se dotent d'outils et qui intègrent une cellule environnementale, une cellule économie, un laboratoire maquette...),
- › une délégation des questions d'amélioration de la coordination et de la coopération à la maîtrise d'œuvre,
- › une montée en qualité en conception,
- › une accélération au niveau de cette phase car la maquette amène à juxtaposer les phases APS – APD – PRO dans les niveaux de détail rendus.

Une troisième phase d'échange avec les entreprises (en consultation puis sur le chantier)

- › Il y a sur cette phase un débat pour savoir si le BIM permettra une meilleure qualité des projets. Si une meilleure qualité de l'ouvrage en phase conception semble reconnue par les acteurs, qu'en est-il de la mise en œuvre ?
- › Nous notons également la question de savoir si le BIM relèvera d'une logique de standardisation qui pourrait nuire à la qualité. La maquette numérique fonctionne en effet dans les industries modulaires mais comment la faire fonctionner dans des industries de projet ? La filière du bâtiment repose essentiellement sur des régulations autonomes qui nécessitent des ajustements en situation. À trop vouloir les cadrer, les situations pourraient devenir intraitables.
- › Nous n'avons encore observé aucune situation de développement du BIM en phase réalisation. Entre la phase de conception et la phase de BIM DOE, tout reste à explorer.
- › Un autre point à prendre en compte quant au passage du BIM conception au BIM réalisation relève d'un problème de responsabilité juridique. En marchés d'allotissement, l'entreprise est responsable de ses quantités. Elle ne peut donc pas ou ne veut pas faire confiance à une maquette qu'elle n'a pas réalisée. L'entreprise préfère alors réaliser sa propre maquette adaptée au chantier.



Une quatrième phase consiste à travailler sur un BIM DOE qui permet à la maîtrise d'ouvrage d'exploiter la maquette, avec les questions de normalisation de la nomenclature des équipements.

Enfin, nous observons **une cinquième phase adaptée au BIM gestion-exploitation** où la maîtrise d'ouvrage doit intégrer la maquette numérique à son système de gestion technique.

De manière générale, la mise en œuvre du BIM et la nécessité de coordonner ces différentes phases suggèrent ainsi le passage à une logique processuelle pour l'ensemble de la filière du bâtiment. L'enquête montre en effet que la filière du bâtiment glisse vers une organisation processuelle, c'est-à-dire des méthodes qui remettent à plat les logiques clients-fournisseurs et qui définissent de manière très formelle le contenu des activités de chacun et la manière dont les acteurs collaborent pour arriver au terme du processus. Nous assistons à une reconfiguration des relations maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, entreprises, avec une mise en visibilité du travail réalisé, ce qui donne lieu notamment à la rédaction d'un nouveau cahier des charges appelé cahier des charges BIM ou convention BIM. Nous notons ainsi le passage d'une organisation en services relativement segmentés à la genèse d'une plate-forme de travail collaborative autour de la valeur « donnée ». **Ce qui change de manière centrale est donc le processus de travail et non pas l'objet du travail.**

Finalement, la filière bâtiment semble entrer progressivement dans le **Product Lifecycle Management (PLM)**, ce qui amène certains auteurs à parler de BLM (Building Lifecycle Management) à la place du BIM. Les industriels connaissent bien cet acronyme et ce projet qui consiste à mettre en place un environnement collaboratif global qui permet de concevoir des produits virtuellement et de gérer leur cycle de vie, soit l'intégration de tout un projet dans un même objet numérique.

Dans cette perspective, le BIM ou le BLM n'a dans le fond rien à voir avec la maquette numérique. Le cœur du sujet est la mise en place d'un instrument de gestion qui tente d'optimiser et d'intégrer le processus de production, de réalisation et de gestion de manière globale, avec tous les avantages, les difficultés et les inconvénients liés à la mise en œuvre de ces projets.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- Almeida (d'), N. (2012). *Les promesses de la communication*. Paris : Presses universitaires de France.
- Alter, N. (2013). *L'innovation ordinaire*. (S.l.) : PUF.
- Ayerbe, C., & Mitkova, L. (2005). Quelle organisation pour la valorisation des brevets d'invention? *Revue française de gestion*, no 155(2), 191-206.
- Baudry, B. (2010). 6. *L'impact des nouvelles relations de quasi-intégration sur la gestion de l'emploi des fournisseurs : la question des frontières de la firme*. (S.l.) : La Découverte. Repéré sur : http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=DEC_THEVE_2006_01_0121
- Bécue, M., Belin, J., & Talbot, D. (2014). Rente relationnelle et sous-performance des firmes pivots dans la chaîne de valeur aéronautique. *M@n@gement*, 17(2), 110-135.
- Boton, C., & Kubicki, S. (2014). Maturité des pratiques BIM : Dimensions de modélisation, pratiques collaboratives et technologies. Dans SCAN'14, *6ème Séminaire de Conception Architecturale Numérique* (pp. 45-56). Luxembourg. Repéré sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01025675>
- Boudès, T. (2005). La dialectique entre listes et récits au sein des organisations. *Revue française de gestion*, (6), 233-246.
- Boussard, V. (2008). *Sociologie de la gestion : les faiseurs de performance*. Paris : Belin.
- Brousseau, E., & Rallet, A. (1995). Efficacité et inefficacité de l'organisation du bâtiment : une interprétation en termes de trajectoire organisationnelle. *Revue d'économie industrielle*, 74(1), 9-30. doi :10.3406/rei.1995.1594
- Browning, L. D. (1992). Lists and stories as organizational communication. *Communication theory*, 2(4), 281-302.
- Champy, F. (1999). Vers la déprofessionnalisation: l'évolution des compétences des architectes en France depuis 1980. *Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, (2-3), 27-38.
- Champy, F. (2015). *Nouvelle théorie sociologique des professions*. Paris : Presses universitaires de France.
- Charlès, B. (2011). Le 3D, une révolution du management. *Le journal de l'école de Paris du management*, (53), 9-15.
- Chaudet, B (2011). Plateformes collaboratives et logiques processuelles dans l'évolution des formes organisationnelles. Pour un conception étendue de l'information organisationnelle, Thèse de Doctorat, Université Rennes 2.
- Corniou J.-P., « L'économie numérique, un défi systémique. », *Annales des Mines – Réalités industrielles* 2/2010 (Mai 2010), p. 93-100.
- Datchary C., *La dispersion au travail*, Octares éditions, 2011.
- Darses F. et al., « 33. Les activités de conception et leur assistance », in Pierre Falzon, *Ergonomie*, Presses Universitaires de France « Hors collection », 2004 (), p. 545-563.
- Debauche, B., & Mégard, P. (2004). *BPM, Business Process Management: pilotage métier de l'entreprise*. Paris : Hermès science.
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147 160
- Dujarier, M.-A. (2015). *Le management désincarné : enquête sur les nouveaux cadres du travail*. Paris, France : La Découverte, 2015.
- Eastman Chuck, Teicholz Paul, Sacks Rafael, Liston Kathleen, (2011). *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, 2nd Edition ; 648 p.
- Floris, B. (1996). *La communication managériale : la modernisation symbolique des entreprises*. Grenoble: Presses universitaires de Grenoble.
- Fonrouge C., « Entrepreneuriat et innovations organisationnelles. Pratiques et principes », *Revue française de gestion* 2008/5 (n° 185), p. 107-123.

Garel G., « II/ L'évolution des modèles de management de projet », *Le management de projet*, Paris, La Découverte, « Repères », 2011, 128 p.

Gauthier, G., & Breton, P. (2012). *Histoire des théories de l'argumentation*. Paris : La découverte.

Goody, J. (1978). *La raison graphique : la domestication de la pensée sauvage*. Paris, France : les Éditions de Minuit.

Guffond J.-L., Leconte G., Bounaas F., Culet A., (1995) : *Du groupement au réseau : un outil d'échange de données et de mise en accord entre entreprises. Conception et réalisation de la maquette du « dossier unique actualisé »*.

Hémont F., (2011). Une approche communicationnelle du « développement fournisseur ». Le cas des rapports clients-fournisseurs dans l'aéronautique, Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, <http://thesesups.ups-tlse.fr/1340/>.

Hovorka F., Bresson J.-Y., Sevanche A., *Préparer la révolution numérique de l'industrie immobilière*, Caisse des dépôts, 2014

Jeanneret, Y. (2011). « Écriture et médias informatisés », dans Anne-Marie CHRISTIN (dir.), *Histoire de l'écriture : de l'idéogramme au multimédia*, Paris : Flammarion, 2011, p. 394-402.

Jeanneret, Y. et Souchier E. (1999). « Pour une poétique de <l'écrit d'écran> ». *Le multimédia en recherche, Xoana. Images et sciences sociales*, 6 : 97-107.

Lebègue, E., & Celnik, O. (2014). *BIM & maquette numérique : Pour l'architecture, le bâtiment et la construction*. Paris, Marne-la-Vallée : Eyrolles.

Lorino P. (1995). « Le déploiement de la valeur par les processus », *Revue Française de gestion*, (104), 57-71.

Lorino, P., & Tarondeau, J. C. (2006). De la stratégie aux processus stratégiques. *Revue française de gestion*, (1), 307-328.

March, J. G. (1982). Theories of choice and making decisions. *Society*, 20(1), 29-39.

Menger, P.M. (2009). *Le travail créateur. S'accomplir dans l'incertain*. Paris : Gallimard-Seuil-Éditions de l'EHESS.

Mouchnino N., Sautel O., « Coordination productive et enjeux concurrentiels au sein d'une industrie modulaire : l'exemple d'Airbus », *Innovations 2007/1* (n° 25), p. 135-153.

Olivesi, S. (2006). *La communication au travail : une critique des nouvelles formes de pouvoir dans les entreprises*. Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.

Reynaud, J.-D. (1988). Les régulations dans les organisations : régulation de contrôle et régulation autonome. *Revue française de sociologie*, 29(1), 5-18.

Salmon, C. (2013). *Storytelling : la machine à fabriquer des histoires et à formater les esprits*. Paris : La Découverte.

Simondon G., (2005). *L'invention dans les techniques : cours et conférences*, (Chateau Jean-Yves, éd.), Seuil, Paris.

Simondon G. (2012), *Du mode d'existence des objets techniques*, Editions Aubier.

Tran S., « Quelle contribution des technologies collaboratives à la configuration des organisations ? », *Systèmes d'information et management*, 2014/2 (Volume 19).

Terssac (de), G. (2002). *Le travail : une aventure collective*. Toulouse : Octarès

Terssac (de), G. (2003). *La théorie de la régulation sociale : repères pour un débat*.

Dans G. de Terssac (Éd.), *La théorie de la régulation sociale de Jean-Daniel Reynaud. Débats et prolongements* (pp. 11-33). Paris : La Découverte.

Terssac (de), G., & Bazet, I. (2007). « Les TIC-TAC de la rationalisation : un travail d'organisation ? » Dans G. de Terssac, I. Bazet, & L. Rapp (Éds), *La rationalisation dans les entreprises par les technologies coopératives* (pp. 7-27). Toulouse : Octarès.

Wachter S, « Promesses et impasses de l'architecture numérique », *Flux 2009/4* (n° 78), p. 24-37.

Une déclinaison par thématique

- accession sociale
- aménagement et urbanisme
- communication
- droit et fiscalité
- énergie et environnement
- habitants/locataires
- maîtrise d'ouvrage
- patrimoine
- politiques sociales
- qualité de service
- ville et renouvellement urbain

DERNIÈRES PARUTIONS

COLLECTION RÉFÉRENCES

- 2• Bâtiments passifs, à énergie positive : évaluation des nouvelles générations de bâtiments, *mai 2015*
- 3• L'investissement des organismes Hlm dans la rénovation énergétique. Analyse d'un panel de dossiers de prêts de la Caisse des Dépôts entre 2009 et 2014, *juin 2016*
- 4• Enseignements du Programme d'instrumentation de l'OPE, *septembre 2016*

COLLECTION REPÈRES

- 9• Réforme de la gestion de la demande : mettre en œuvre l'article 97 de la loi ALUR, *septembre 2015*
- 10• Transformation du bâti et amélioration énergétique : comment impliquer les habitants ? *septembre 2015*
- 11• Habitat à performance énergétique renforcée : évolution des métiers et besoins en compétences, *novembre 2015*
- 12• Les secteurs de mixité sociale inscrits dans les PLU : un levier au service de la production du logement social, *janvier 2016*
- 13• Coopération public-public : guide des organismes d'Hlm et de leurs partenaires d'intérêt général, *mars 2016*
- 14• Guide pour la prise en compte de la biodiversité dans les métiers du logement social, *mars 2016*
- 15• Systèmes de gestion des données relatives à l'amiante, *mars 2016*
- 16• Quelle organisation mettre en place pour maîtriser le risque amiante ? *avril 2016*
- 17• Orientations d'attribution et convention d'équilibre territorial : contribution des organismes Hlm au diagnostic de l'occupation et du fonctionnement du parc social et à l'analyse des enjeux de mixité, *avril 2016*

Hors-série • Diagnostic en marchant dans le cadre de l'abattement TFPB dans les QPV : éléments de méthode, *avril 2016*

Hors-série 2 • BIM, premiers retours d'expériences d'organismes Hlm, *avril 2016*

- 18• Journal des locataires : tendances et bonnes pratiques, *mai 2016*
- 19• Plan d'actions Développement durable 2010-2015. Focus sur les actions phares du Mouvement Hlm, *juin 2016*
- 20• Mobilité résidentielle : l'action des organismes Hlm, *juillet 2016*
- 21• Les usages des outils de production du foncier pour le logement social : Nice Côte d'Azur Métropole, Lyon Métropole, CA de Plaine Commune, *août 2016*
- 22• Accompagner le vieillissement des locataires : l'action des organismes d'Hlm Les enseignements du concours « Hlm partenaires des âgés », *septembre 2016*
- 23• Hébergement, accès au logement et accompagnement social : les partenariats entre bailleurs sociaux et associations d'insertion, *septembre 2016*
- 24• Habitat social et santé mentale : cadre juridique et institutionnel, pratiques et ressources, *octobre 2016*
- 25• La communication peut-elle faire évoluer les pratiques ? *décembre 2016*

Hors-série 3 • Laïcité et vivre-ensemble : repères pour les organismes Hlm, *janvier 2017*

- 26• Les éléments constitutifs de l'attractivité des produits en accession sociale, *janvier 2017*
- 27• Le management des organismes Hlm : réalités, pratiques et enjeux, *janvier 2017*
- 28• La conduite des projets de gestion de site dans les organismes, *février 2017*
- 29• Analyse du volet logement de la loi Egalité et Citoyenneté, *février 2017*
- 30• Incidences des plans de prévention des risques sur les stratégies patrimoniales des organismes Hlm, *mars 2017*
- 31• Prise en compte de la question de l'amiante dans les contrats d'assurance et la gestion des sinistres, *mars 2017*
- 32• Densification des emprises foncières existantes : un nouveau gisement pour la production ?, *mars 2017*
- 33• La vidéoprotection et la vidéosurveillance dans l'habitat social, *avril 2017*

COLLECTION SIGNETS

- 3• Rénovation, amélioration, entretien des logements sociaux : régime de TVA applicable, *mars 2016*
- 4• L'accession sociale sécurisée dans les quartiers en renouvellement urbain, *avril 2016*
- 5• Logement intermédiaire : décryptage du cadre juridique et fiscal, *mai 2016*
- 6• Formaliser une engagement qualité de service, *septembre 2016*
- 7• La médiation des litiges de la consommation dans le secteur Hlm, *novembre 2016*

COLLECTION PERSPECTIVES

- 1• Construire pour gérer : une spécificité de la maîtrise d'ouvrage Hlm - Regards croisés d'acteurs, *septembre 2015*
- 2• RSE et DSU au service de la stratégie d'entreprise, *octobre 2016*

COLLECTION LES ACTES

- 4• Efficacité énergétique et modes d'habiter : quelle coopération avec les usagers ? *Colloque du 14 octobre 2014 à Nantes*
- 5• Quartiers : emploi et développement économique, les organismes Hlm partenaires. *Colloque du 7 avril 2015 à Paris*
- 6• La Com' Hlm à l'heure du digital, *Journée professionnelle du 5 novembre 2015*
- 7• Territoires en décroissance : quels projets ? Quelles réponses des Hlm ? *Première conférence nationale, Le Creusot, 23 juin 2015*
- 8• Production de logements sociaux en zone tendue : comment mieux répondre à la demande ? *Journée professionnelle du 6 juillet 2015*
- 9• Solidarités territoriales et habitat : quelles réalités, quel avenir ? *Journée d'étude du 1^{er} juillet 2015*
- 10• Quoi de neuf chercheurs ? *3^{èmes} rencontres nationales, Paris, 17 novembre 2015*
- 11• Quoi de neuf acteurs ? *Journée d'actualité du réseau des acteurs de l'habitat, Paris, 10 mars 2016*

L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT

14, rue Lord Byron • 75384 Paris Cedex 08

Tél. : 01 40 75 78 00 • Fax : 01 40 75 79 83

www.union-habitat.org



L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT

Les Hlm, habiter mieux, bien vivre ensemble