



FINALCAD

/ 2017

**METTRE DES
BOTTES AU BIM**



EDITORIAL

La maquette numérique une finalité en soi ? Non, le tel-que-construit ("as-built") virtuel du bâtiment n'a de valeur que par les données qu'il contient et qui peuvent être utilisées et enrichies tout au long du cycle de vie d'un ouvrage. Le vrai défi du BIM aujourd'hui est de créer ce continuum numérique d'une part entre la conception et la construction, et d'autre part entre la construction ou la rénovation et l'exploitation et la maintenance. La notion d'avatar - le «plus vrai que nature» - prend tout son sens à la réception de l'ouvrage.

Passer une information, oui mais la bonne ! L'information doit être fiable, tant au niveau de la qualité de la description, qu'au niveau de la qualité de la réalisation de l'ouvrage. Au-delà, l'enjeu réside dans la qualification des données utiles en phase de maintenance et d'entretien. Si le BIM concourt aux échanges entre professions de la construction, il donne aussi la possibilité de créer un pont avec les professionnels de l'exploitation. Le BIM devient ainsi l'affaire de tous : mais comme pour la pratique du BIM, cela doit se faire dans le respect mutuel des acteurs qui travaillent ainsi à la réussite d'un projet sur le long terme.

Pierre Mit

Président de Mediaconstruct (buildingSMART France)



SOMMAIRE

Editorial	1
Préambule	4
Introduction	5
Définir le «tel-que-construit»	6
Les origines du BIM et ses outils	7
L'opportunité des données dans la construction	11
Les intervenants concernés par le BIM sur le terrain	13
Quels freins pour mettre des bottes au BIM ?	14
Mettre des bottes au BIM	20
Le BIM 6D, avec des bottes	28
Le BIM Collaboration Format	30
Les bénéfices de mettre des bottes au BIM	33
Études de cas	37
France	39
Singapour	41
Conclusion	46
Références	50
Remerciements	52

PRÉAMBULE

Le principal défi du BIM pour nos clients aujourd'hui est que des efforts considérables sont réalisés sur la création de maquettes numériques avant la construction, en phases de conceptualisation et de conception ; des investissements significatifs sont faits pour permettre aux bâtiments construits d'être maintenus et exploités une fois livrés mais les modèles numériques souffrent d'une rupture, une discontinuité qui arrive généralement en phase de construction.

Les modèles numériques ont du mal à «descendre» sur le terrain pour être améliorés de manière continue et ils ne sont pas mis à jour au fur et à mesure que le travail de construction se déroule.

FINALCAD a identifié que les données obtenues en temps réels depuis le chantier devraient pouvoir être intégrées ou à défaut «épinglées» sur un modèle numérique unique sur la durée complète du cycle de vie de l'ouvrage, depuis sa conception jusqu'à sa construction et son exploitation. Le modèle BIM initial peut être enrichi pour permettre aux clients de réceptionner des bâtiments livrés simultanément avec un «jumeau virtuel» qui reflète l'état «tel-que-construit» en temps réel, facilitant ainsi leur maintenance et leur exploitation pour le reste de leur cycle de vie.

Les bénéfices de construire et livrer un projet avec son "jumeau virtuel" à jour sont évidents : des opérations de maintenance et d'exploitation facilitées, une traçabilité historique des défauts, la capitalisation de bonnes pratiques et un lissage de la transition entre la construction et l'exploitation.

La vision de FINALCAD est d'apporter les briques manquantes du BIM qui empêchent le modèle numérique de voir sa vie prolongée en phase de construction sur le chantier, puis en phase d'exploitation sur site.

Les objectifs sont de deux ordres :

1 - Permettre aux intervenants de la construction de disposer de vues d'un modèle numérique -souvent initialement complexe- qui soient pertinentes vis-à-vis de leur corps d'état et de leur processus de travail et qui puissent être exploitables de manière extrêmement simple, fonctionnelle et interopérable. En cela cet objectif est cohérent avec l'approche des «Kits BIM» proposés par le Plan de Transition Numérique du Bâtiment.

2 - Permettre aux observations effectuées en temps réel sur le terrain (en construction ou en exploitation) et les données associées d'être intégrées ou 'épinglées' au modèle virtuel sans effort additionnel de l'utilisateur.

Ainsi FINALCAD n'est pas qu'un véhicule permettant d'échanger l'information BIM vers et depuis le chantier mais fournit une véritable réponse aux défis rencontrés pendant les phases de construction et au-delà, au travers d'applications dédiées à un usage hors site (le tableau de bord FINALCAD) et sur site (l'app mobile FINALCAD).

Bonne lecture.

Jimmy LOUCHART
Co-Fondateur et président de FINALCAD



INTRODUCTION

Ce livre blanc est publié à un moment particulièrement déterminant dans l'évolution du numérique pour l'industrie de la construction. Nous vivons actuellement une étape de disruption numérique qui implique de repenser les processus en place de gestion de la construction. Ce changement profond est accompagné de décisions gouvernementales dans de nombreux pays, y compris des mandats régulant l'utilisation et les niveaux de détail du BIM, qui visent à amener l'industrie de la construction à des niveaux de maturité du BIM plus élevés.

Il s'agit d'accompagner et de servir tous les intervenants de l'industrie de la construction, des bénéficiaires finaux, clients, maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, entreprises générales et leurs sous-traitants, artisans. Chez FINALCAD nous avons la conviction que ces transformations se révèlent particulièrement utiles et pertinentes pour tous ceux qui sont impliqués dans la gestion des processus de construction et les clients finaux.

Au-delà des perspectives à long terme sur la productivité et de la pensée lean dans les rapports de l'industrie de la construction, et ce depuis la seconde guerre mondiale et en particulier depuis la genèse du BIM dans les années 1960, de multiples problèmes ont été révélés comme facteurs influençant le développement technologique fonctionnel, interopérable et précis des outils BIM pour l'industrie.

Cela inclut un panel de préoccupations ou de défis. Parmi eux se trouvent la particularité des besoins de la livraison dans les délais de l'information "tel que construit", de la frustration concernant la documentation des changements, de l'impact des niveaux de maturité du BIM, des besoins de partage de l'information structurée, des besoins du BIM collaboratif, de la continuité des standards ouverts, de la demande de personnalisation des outils BIM, des inégalités d'investissement IT, des besoins à atteindre au travers la pluralité des utilisateurs et de l'intégration de l'architecture logicielle avec l'architecture du bâtiment.

Avant de traiter ces différents facteurs, nous commencerons par clarifier ce que nous entendons par information "tel que construit" et de décrire comment traditionnellement cette notion diffère de l'information "tel que conçu". De même, nous expliquerons sa place dans l'évolution digitale pour la construction. Ce sujet amènera alors le besoin et l'opportunité d'améliorer et de fluidifier le passage de "tel que construit" à "tel que conçu".

Puis nous décrirons comment les processus BIM peuvent, comme nous pouvons l'affirmer, "mettre des bottes" en impliquant directement et par extension, le terrain. Nous indiquerons "comment mettre des bottes au BIM" en explicitant les éléments requis pour parvenir à ce but au travers d'une explication claire de l'aller-retour entre BIM et terrain, et ses avantages. Nous verrons aussi comment le format ouvert BCF permet d'échanger les données entre le BIM et le terrain.

Pour finir, des cas clients de FINALCAD en France et à Singapour seront développés et nous conclurons en commentant un sondage exclusif sur l'état du BIM en construction et en exploitation en France et à l'international.

DÉFINIR LE TEL-QUE-CONSTRUIT

Le "tel-que-construit" (TQC) ou Dossier d'Ouvrages Executés (DOE) reflète ce qui a été effectivement construit et prend en compte les changements apportés aux plans originaux que ce soit en termes de conception, de planning ou de budget.

La documentation du TQC (que ce soit en plans 2D, maquette 3D ou sous forme écrite) vise à générer une documentation à jour de l'ouvrage, des coûts et du planning pouvant évoluer avec le temps.

Pour des raisons variées, certains éléments de l'ouvrage ont pu être construits ou installés de manière différente que ce qui était originellement spécifié. Les plans post-livraison peuvent également refléter des changements dus à des requêtes des usagers finaux.

La documentation 'Tel Que Construit' (TQC), graphique ou écrite, peut être requise pour les dossiers d'Hygiène Sécurité Environnement, les manuels d'exploitation et de maintenance, les rapports de mise en service, ainsi qu'à des fins d'audit ou de certifications qualité et environnement tels que les standards Haute Qualité Environnementale, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®), Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology ou Singapore Green Label Scheme. Cette documentation peut être transmise au client final au moment de l'achèvement ou de la réception.

Ces informations peuvent être alors exploitées par les propriétaires, gérants ou courtiers pour déterminer un ensemble d'estimations telles que les surfaces et leur valeur. L'exploitant pourra également souhaiter l'intégrer avec son système de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO).

LES ORIGINES DU BIM ET SES OUTILS

Les fondations du BIM incluent la fusion du "design fondé sur l'objet", de la "manipulation paramétrique" et une "base de données relationnelle", définition donnée dès le début des années 1960. Dans son article de 1962 intitulé "Augmenting Human Intellect" [Augmentation de l'intellect humain] pour l'Institut de Recherche de Stanford, Douglas Englebart (1925 - 2013) élaborait une vision prophétique qui se réaliserait quelques années plus tard et qui continue à évoluer encore aujourd'hui. Une piste parallèle de recherche se développa dans le monde du Système de l'Information Géographique (SIG), avec une portée bien plus grande que le seul domaine de la géographie, un sujet hors du champ de celui abordé par ce document, mais que nous percevons à un effet depuis lors car tout son potentiel a été ré-exploité par le BIM dans les années qui ont suivi. Le travail de l'architecte Christopher Alexander, désormais professeur émérite à l'Université de Californie à Berkeley, a aussi eu un impact en influençant les scientifiques précurseurs de la programmation orientée objet à travers de sa propre œuvre "Notes on the Synthesis of Form" [Notes sur la Synthèse de la Forme].

Depuis 1964, le temps de production des documents graphiques a diminué en parallèle avec la tendance générale du travail dit de 'col blanc'. Depuis lors, l'amélioration de la productivité s'est élevée avec le numérique et l'automatisation des différentes disciplines. Cette évolution est toujours en cours. Notre sujet ici est le développement historique des données 'tel que construit' ['as built'].

Années 70 : des progrès dans la Gestion des Bases de données de la Construction

Durant les années 1970, la construction était envisagée tant du point de vue de la base de données que de la conception physique. Commença alors la répartition en ses divers composants, nécessitant une classification littérale des éléments du bâtiment pour améliorer l'efficacité du processus de construction.

Dans son article de 1974 pour l'Université Carnegie Mellon, "L'utilisation d'ordinateurs au lieu de dessins dans le design de bâtiments", ["The use of computers instead of drawings in building design"], Charles (Chuck) Eastman, décrivait le Système de Description de la Construction [Building Description System], le premier logiciel de base de données capable de décrire des éléments de bibliothèque récupérables pour leur ajout à une maquette numérique. Il visait à réduire le coût de la conception de plus de 50% du fait d'optimisations accrues dans le dessin technique et de l'analyse. Celui-ci incluait des idées sur la conception paramétrique, l'obtention de dessins 2D à partir d'une maquette numérique et d'une base de données intégrée pour effectuer des analyses visuelles ainsi que quantitatives. C'était un essai qui identifiait quelques-uns des défis les plus urgents dans la gestion de données pour les cinquante années à venir. A ce moment-là, aux Etats-Unis, l'approche BDS était souvent appelée 'Maquettes de Produits de Construction' ['Building Product Models'] ou bien 'Maquettes Virtuelles' ['Virtual Models'] et en Europe 'Maquettes d'Informations Produit' ['Product Information Models']. Eastman faisait aussi la prédiction que les maîtres d'œuvre de projets d'envergure pourraient trouver cette représentation avantageuse pour le planning et la commande de matériaux. L'œuvre "Un Langage Graphique pour la Conception Interactive" ["Graphical Language for Interactive Design"] pour Université Carnegie Mellon, par Eastman et Max Henrion en 1977 affichait déjà la plupart des caractéristiques des plateformes BIM actuelles.

Années 80: des avancées dans la Planification de la Construction

Au Royaume-Uni, des systèmes pour la planification de la construction (Cedar, EdCAAD, GDS, Reflex, RUCAPS et Sonata pour ne citer qu'eux) furent développés au début des années 80. En 1986, le chercheur d'Autodesk® Robert Aish (co-fondateur du SmartGeometry Group et professeur Calcul de la Conception [Design Computation] à l'Université de Bath) définit en premier le terme de "Modélisation du Bâtiment" ["Building Modelling"]. En 1988, la collaboration entre la recherche et l'industrie mena au développement ultérieur de maquettes de bâtiments 4D, avec des attributs de temps pour la construction. Ceci marqua un point important où deux tendances du développement de la technologie BIM, celles des outils BIM spécialisés et de la Modélisation des Performances, se sont séparées et développées durant deux décennies avec l'ascension d'ArchiCAD® d'une part et de Autodesk Revit® d'autre part.

LES ORIGINES DU BIM ET SES OUTILS



*Radar CH (renommé plus tard ArchiCAD) sur un Macintosh dans les années 80s.
Credit: Graphisoft*

De 1990 à aujourd'hui : des Outils Spécialisés pour la Construction et le Processus de Développement de la Construction

La période de 1990 à aujourd'hui se caractérisa d'abord par le développement d'outils spécialisés pour de multiples disciplines de l'industrie de la construction visant, d'une part, à améliorer l'efficacité dans la construction et d'autre part, en développant des maquettes BIM comme prototypes pour effectuer des tests et des simulations vis-à-vis de critères de performance. Ce sont les premiers qui sont plus de notre intérêt ici, les derniers étant hors du périmètre de ce livre blanc.

En 1992, le terme 'Building Information Model' (BIM) ou Modélisation des Informations du Bâtiment est d'abord apparu dans "Modelling multiple views in Buildings. Automation in Construction" ["Modélisation de vues multiples dans les Bâtiments. Automatisation dans la Construction"], un article scientifique par G. van Nederveen et F. Tolman, de TNO Construction Research et, de Tolman de l'université de technologie de Delft aux Pays-Bas.

Depuis environ 1998 il y a eu une tendance vers une collaboration avancée des équipes de conception avec la "mise en calque" de fichiers architecturaux et d'ingénierie. Depuis lors, Autodesk a sorti des versions de Revit spécifiquement pour les disciplines d'ingénierie.

Cette collaboration plus serrée a eu des impacts sur la branche en général incluant un décalage des acquisitions au détriment des contrats 'design-bid-build' ['conception-appel d'offre-construction'] vers la 'Livraison Intégrée de Projet' ['Integrated Project Delivery'] où plusieurs disciplines travaillent typiquement sur des modèles informatiques mutuellement accessibles mis à jour dans des degrés variables tant en termes de fréquence que de durée. En 1997, ArchiCAD 7, puis Revit 6 en 2004, ont permis que de grandes équipes d'architectes et d'ingénieurs travaillent sur un unique modèle intégré, sorte de logiciel collaboratif, mais son utilisation était restreinte à la phase de conception.

La 1ère édition du "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors" ["Manuel BIM : Un Guide pour la Modélisation des données du bâtiment pour les Maîtres d'Ouvrage, Exploitants, Concepteurs, Ingénieurs et Maître d'Oeuvre"] fut éditée et publiée par Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks et Kathleen Liston avec une préface par Jerry Laiserin en 2008 (maintenant surpassée par l'édition 2011) et faisait référence à un logiciel précédent de planification de construction, le RUCAPS, en 1986, pour la mise en phases temporelles des processus de construction.

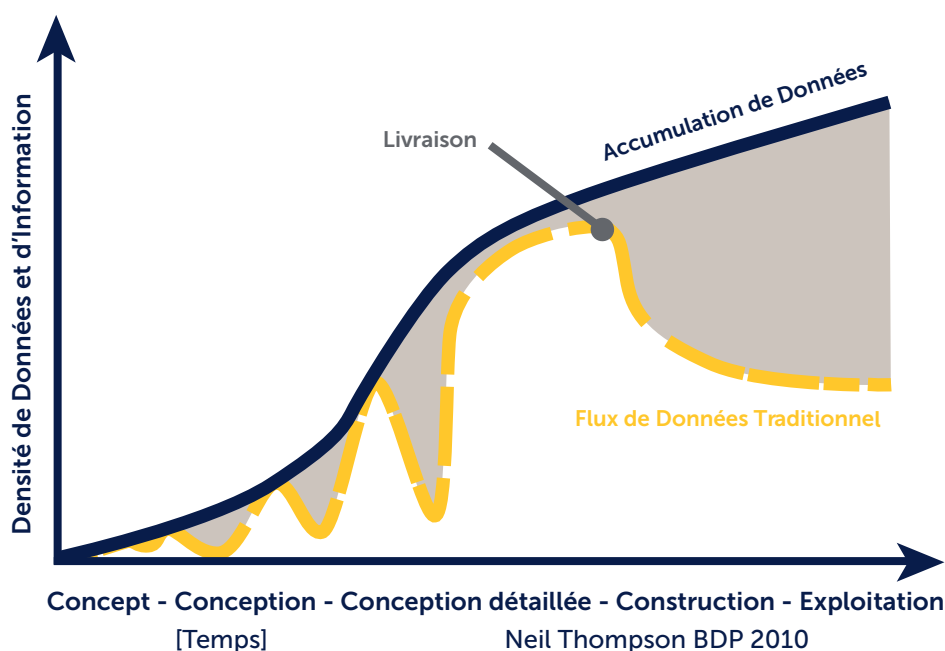
La montée en puissance limitée du Modèle Numérique jusqu'à nos jours

Les logiciels de BIM ont été développés pour être capables de représenter tant les propriétés physiques comme celles inhérentes à la construction, non seulement en tant que modèle informatique mais aussi comme un lieu de stockage de données liées les unes aux autres. Les usagers interagissent avec les modèles par le biais de vues 3D et de plans, de sections ainsi que d'élévations 2D. Au fur et à mesure qu'un modèle se développe, tous les dessins associés sont ajustés en relation à celui-ci. Un modèle peut être conçu sur un logiciel qui n'est pas nécessairement 'paramétrique', où toutes les données et la géométrie sont explicitement définies, mais ceci devient alors une démarche laborieuse. A l'inverse, les logiciels BIM paramétriques permettent aux usagers de créer un modèle de base de données dynamiques lié à la géométrie. Ceci comble le besoin de documenter les changements dans la conception à des échelles différentes au travers de différents calques, mais ne documentent pas les changements qui se présentent sur le chantier pendant la construction au fur et à mesure qu'ils surviennent.

Pendant des années, les progrès dans l'évolution du modèle numérique ont été restreints à la phase de conception, son succès se basant sur les progrès en matière de visualisation architecturale et de gestion de base de données. Les modèles numériques n'étaient pas développés pour être augmentés ou rajoutés pendant la phase de construction afin de produire un modèle 'tel que construit' de données numériques. Historiquement, ces informations ont été produites de façon rétrospective, impliquant une duplication des travaux, des investigations et prise de mesures supplémentaires. Ceci dédouble non seulement le travail déjà fait mais aussi la gestion de construction et les processus d'audit, en impactant de manière négative le planning des projets, les charges de travail et les coûts lorsque les projets entrent dans la phase qui suit la construction.

Dans sa recherche il illustre le scénario traditionnel du processus de livraison d'un projet, littéralement le 'bord de falaise' ['cliff edge'] et fournit une représentation de l'agregation de données par rapport à la gestion traditionnelle d'un projet.

En 2010, Neil Thompson décrit dans un ouvrage académique pour la London South Bank University, 'Un Changement de Paradigme dans la Réflexion et Livraison de la Construction pour la Nouvelle Stratégie de Construction du Gouvernement' [A Paradigm Shift in Construction Thinking and Delivering to the New Government Construction Strategy] combien un 'changement de paradigme' était nécessaire dans la filière :



Crédit: "A Paradigm Shift in Construction Thinking and Delivering to the New Government Construction Strategy" Neil Thompson 2010

LES ORIGINES DU BIM ET SES OUTILS

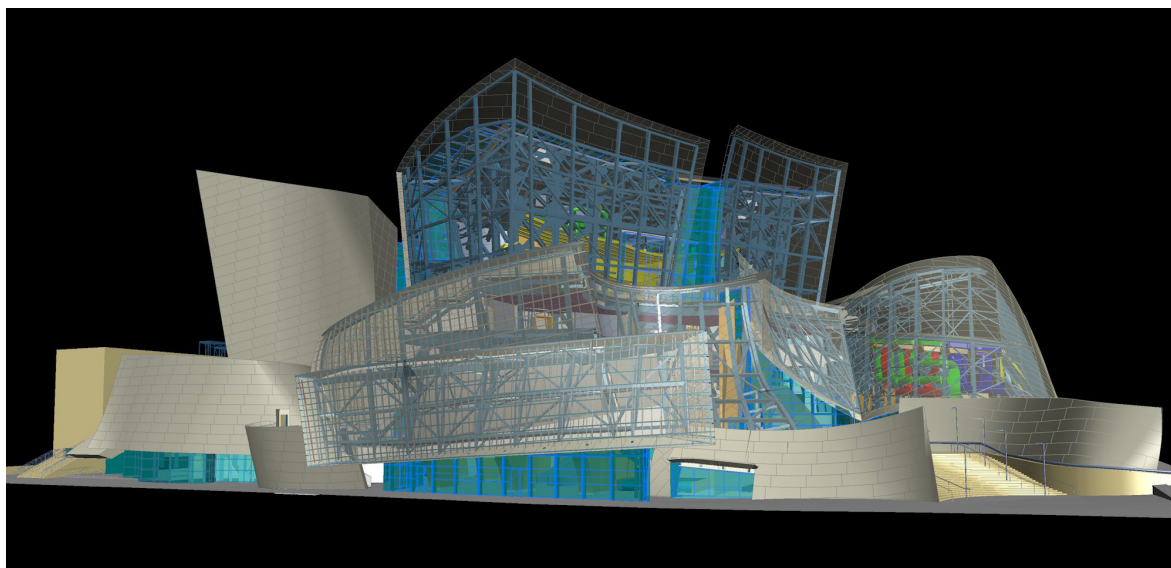


La courbe lisse intitulée "accumulation de données" [data accumulation] représente le transfert sans discontinuité des données au cours du projet en simulant ce que serait ce transfert si le standard Construction Operations Building Information Exchange (COBie) était implémenté sur le projet. La courbe en dents de scie, à son maximum au moment de la livraison du projet à son exploitant, représente le flux de données d'un projet livré de manière traditionnelle où les informations de conception et de construction sont pratiquement réécrites à chaque basculement de phase, et une fois que le projet change de mains il y a ce 'bord de falaise', où la totalité des données n'est pas communiquée au maître d'ouvrage et c'est lui qui doit maintenant préserver ces données. La partie hachurée entre les courbes représente le temps et l'énergie perdus.»

Le BIM est devenu de plus en plus répandu dans l'architecture, l'ingénierie et la construction depuis 1995 avec les éditeurs mondiaux en compétition pour créer la solution logicielle architecturale idéale pour détrôner la CAO 2D. Celles-ci incluent, en 2003, la 'Generative Components' de Bentley Systems, et en 2006, 'Digital Project' de Gehry Technologies, un programme basé sur CATIA développé par Dassault Systèmes.

En 2011, FINALCAD voit le jour avec pour vocation d'augmenter la productivité sur les sites de construction et de venir combler la brique manquante de la numérisation des processus de construction, là où la CAO traditionnelle s'arrête.

En 2016, l'app mobile FINALCAD compatible BIM apporte une solution définitive au scénario historique de 'bord de falaise' en ajoutant les briques manquantes du processus BIM traditionnel, en rendant plus continu le parcours entre le 'tel que conçu' et le 'tel que construit'.



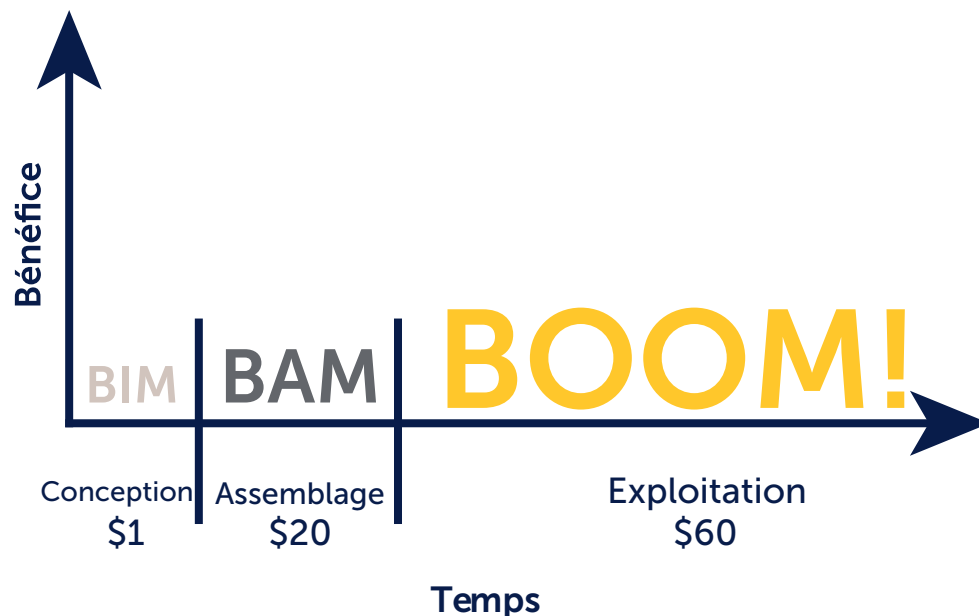
Digital Project has been used to model complex buildings such as the Guggenheim Museum in Bilbao or the Louis Vuitton Foundation in Paris.

Credit : Gehry Technologies and Dassault Systèmes

L'OPPORTUNITÉ DES DONNÉES DANS LA CONSTRUCTION

L'industrie de la construction devient de plus en plus orientée vers les données, en partie de par l'utilisation du BIM. La vaste majorité de l'information échangée repose sur le traitement de grandes quantités de données non structurées. Il existe cependant une grande marge de progrès quant à la collecte et l'analyse de données générées tout au long du cycle de vie de l'ouvrage.

Comme l'expliquait le PDG de HOK, Patrick MacLeamy dans un discours d'ouverture en 2014, pour chaque dollar investi dans la phase de conception 'BIM', il y a un bénéfice de 20\$ pendant la phase d'assemblage et de construction 'Building Assembly Model' (BAM) et de 60\$ pendant ce qu'il qualifie comme le 'Building Operation Optimization Model' (BOOM), la phase d'exploitation et d'optimisation.



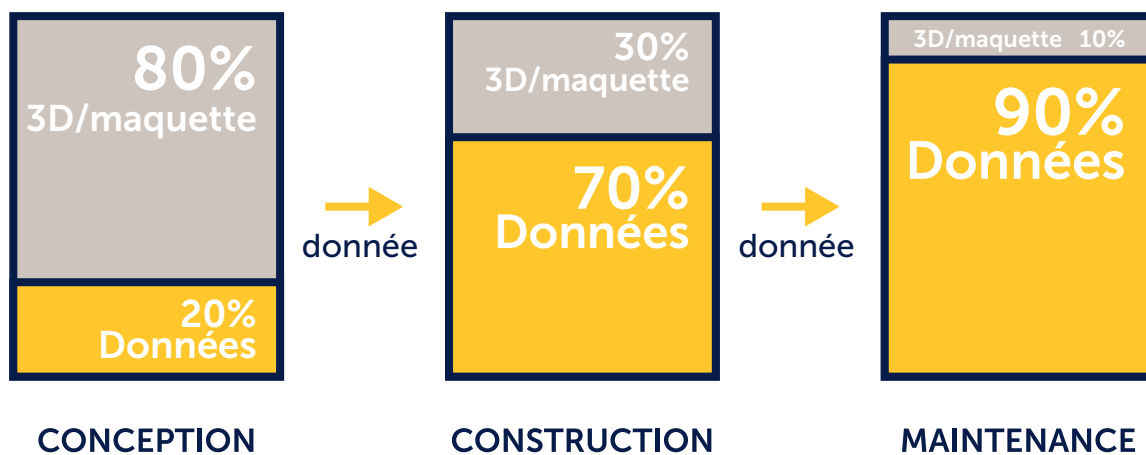
Crédit: Patrick MacLeamy, CEO HOK et Chairman de buildingSMART International Alliance for Interoperability

MacLeamy réaffirme le besoin de l'implication précoce du maître d'œuvre durant la phase de conception préliminaire et insiste sur l'importance des informations et des données sur le modèle du bâtiment pendant toute la durée du processus de construction. Aussi, en tant que Président de buildingSMART International, il prône l'utilisation de standards ouverts pour y parvenir.

L'OPPORTUNITÉ DES DONNÉES DANS LA CONSTRUCTION

Création d'analyses à partir du BIM

En allant au-delà de leurs données structurées et en analysant des données non-structurées mais associées, comprenant celles de sources externes pertinentes, les entreprises peuvent identifier des tendances, des corrélations, ainsi que des anomalies cachées. Ceci peut fournir de précieuses analyses pour améliorer la productivité. Le secteur peut mettre à profit les big data pour permettre aux maîtres d'ouvrage de réaliser des bâtiments plus optimisés en matière de coûts, plus durables et des actifs construits de meilleure qualité. Depuis sa création, FINALCAD se positionne parmi les applications mobiles de construction pour précisément atteindre ce but.



Répartition entre données et géométrie pendant les phases de conception, construction et maintenance.
Crédit: Infographie de "BIM pour Gestionnaires de Patrimoine" par l'IFMA, édité par Paul Teicholz, Wiley 2013 (traduit par Véronique du Peloux dans sa thèse professionnelle de Mastère BIM ENPC/ESTP « Du Scan 3D au BIM, pour les gestionnaires de patrimoine »).

Véronique du Peloux, dans sa thèse professionnelle de Mastère BIM ENPC/ESTP « Du Scan 3D au BIM, pour les gestionnaires de patrimoine », commente l'infographie de Paul Teicholz :

“ Il faut savoir qu'en phase Exploitation-Maintenance la maquette ne contient plus que 10% de géométrie pour 90% de données. Nous concentrons donc notre énergie dans un premier temps sur la modélisation du strict nécessaire à l'exploitation, ce qui permet d'en réduire le coût. »

L'utilisation d'une plateforme de collaboration avec une application BIM intégrée pour gérer un programme de plusieurs projets permet à ses utilisateurs d'extraire des analyses prédictives à partir des données produites par les processus numérisés.

FINALCAD permet par exemple de 'miner' des données afin d'identifier des tendances de productivité et des facteurs communs aux projets les plus performants ou à l'inverse les moins performants, de fournir des indicateurs de performance des différents intervenants.

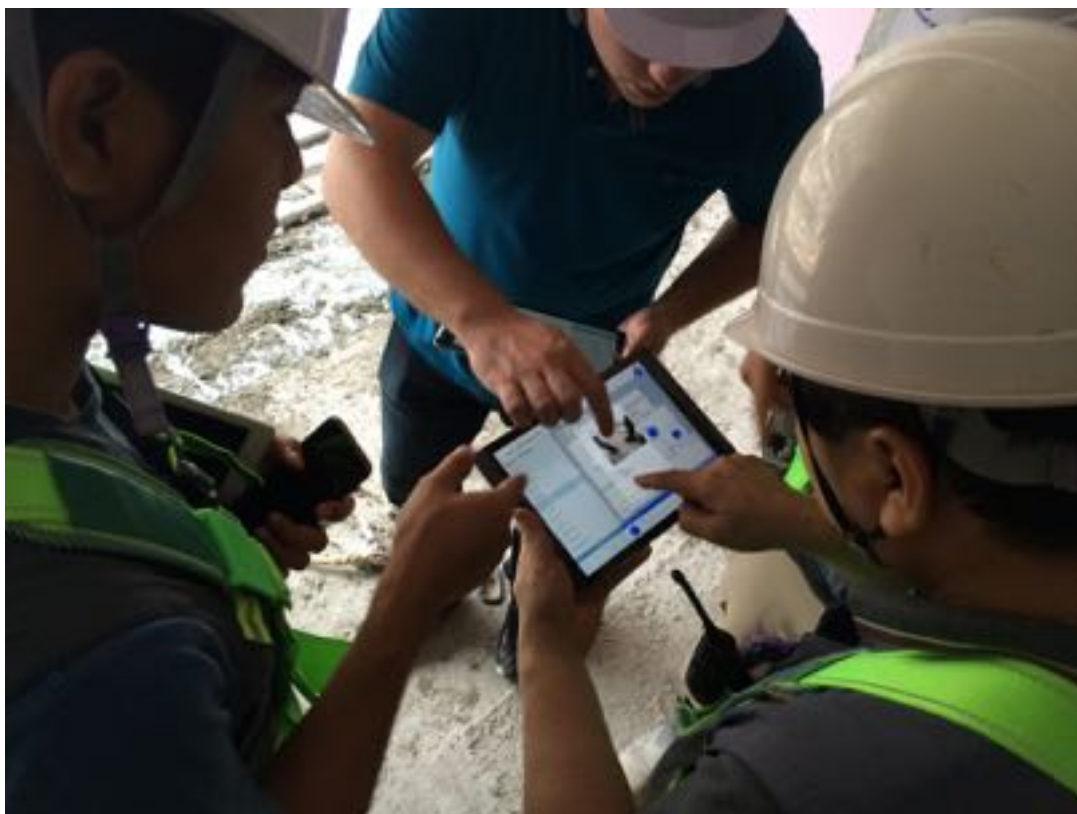
Teicholz et MacLeamy démontrent respectivement que : (1) plus le BIM intervient tôt et plus élevé sera le retour sur investissement et (2) plus le BIM est utilisé sur la durée et plus élevé sera le retour. Autrement dit, faire intervenir le BIM le plus tôt possible et de faire durer ses bénéfices le plus longtemps possible.

LES INTERVENANTS CONCERNÉS PAR LE BIM SUR LE TERRAIN

Il existe un large éventail d'acteurs de la construction qui peuvent collaborer avec le BIM sur le terrain tout au long du cycle de vie de l'ouvrage. Ceux-ci comprennent les concepteurs (architectes, ingénieurs), les conducteurs de travaux, les maîtres d'œuvre, les sous-traitants et les maîtres d'ouvrage durant la construction ainsi que les exploitants, gestionnaires de patrimoine et les utilisateurs finaux, au cours des opérations d'exploitation et de maintenance.

Au-delà des entreprises générales et des entrepreneurs contractuellement engagés dans un projet de construction, les établissements d'enseignement, les éditeurs de logiciels, les fournisseurs de services technologiques, les associations professionnelles, les communautés de pratique et divers ambassadeurs de la numérisation peuvent être parties prenantes soit en influençant ou en apprenant de la mise en œuvre du BIM sur les chantiers.

Il est clair que le moindre changement dans l'industrie de la construction a des répercussions sur tous les acteurs de la chaîne. La nécessité de comprendre cet impact dans tout le secteur et l'effet propagateur qui est celui de capitaliser sur l'opportunité des données par l'introduction d'un outil BIM intégré aussi novateur qu'utile qui améliore simultanément le processus de conception, construction et exploitation, et facilite l'alignement avec documents contractuels est clairement primordial.



Les applications mobiles BIM sur le terrain facilitent le dialogue entre tous les intervenants impliqués sur le chantier pendant les phases de construction et d'exploitation.

QUELS FREINS POUR 'METTRE DES BOTTES AU BIM' ?

Le secteur mondial de la construction a besoin de l'appui des gouvernements du monde entier pour relever les multiples défis théoriques et pratiques qu'impliquent de "mettre des bottes au BIM". Nous allons détailler ici les principaux obstacles à la mise en place du BIM sur les chantiers.

La livraison à temps des informations 'tel que construit'

La nécessité d'une livraison à temps des informations 'tel que construit' est essentielle. Il devient de plus en plus urgent d'atténuer les retards sur les plannings et de réduire les coûts associés à ces retards.

Pendant des années, la procédure habituelle pour les clients de grands ouvrages a été d'exiger que les documents 'tel que construit' soient préparés soit lorsque la construction est achevée ou presque complète, soit au moment de la clôture du projet, pour documenter de ce qui a été construit (dans le Dossier des Ouvrages Exécutés ou DOE).

Traditionnellement, les maîtres d'œuvre auront fait des annotations sur les plans 'tels que conçus' sur le chantier, annotations qui seront ensuite utilisées pour créer des informations d'archive ou bien 'tel que construit' décrivant le projet achevé. Celles-ci peuvent avoir été complétées par des observations 'tel que construit' sur l'état de la construction afin de fournir une vue la plus détaillée possible de la structure et des propriétés des différents objets. Beaucoup de temps est perdu dans la réimpression de plans qui au final ne seront pas utilisés pour réconcilier la maquette numérique avec le terrain. Cela entraîne des retards et des inefficacités dans les programmes d'exploitation et de maintenance, touchant les processus de gestion de maintenance et place une pression accrue pour que les niveaux de franchise soient atteints.

Les réclamations pour retard sont souvent une source importante de conflits dans le secteur de la construction et parmi les plus difficiles à résoudre. La différence entre les dates d'achèvement du 'tel que planifié' et celles du 'tel que construit' est équivalente à la durée pour laquelle un client potentiellement en litige pourrait demander une indemnisation, et la détermination de celle-ci serait effectuée à l'appui des données écrites disponibles. Plus précises ces données sont, plus une réclamation pourrait être reconnue comme valide, mais cela vaut aussi dans le cas contraire.

Nous soutenons que les informations du 'tel que construit' ne devraient pas être collectées à la fin du processus de construction, mais plutôt de façon incrémentale au cours du processus de construction. La plupart des processus de documentation de construction sont lancés au moment de la conception et se poursuivent jusqu'à la phase de construction sur le chantier. Il est donc logique que les données mises à jour soient extraites sur place pour que ces informations puissent être aussi précises que possible au moment d'être produites. Ainsi tous les acteurs du cycle de vie de l'ouvrage profitent de l'accès à ces informations mises à jour. Pour ce faire, les outils prévus à cet effet doivent être d'une prise en main simple et rapide, car il n'y a pas forcément de temps dédié à la formation pour ce type d'outils sur le chantier. C'est d'ailleurs pourquoi FINALCAD a toujours été conçu pour maximiser sa facilité de prise en main.

Documenter les changements

Il arrive souvent que des modifications soient apportées lors des projets de construction en fonction de la réalité de la situation sur place. Celles-ci peuvent être mineures ou importantes.

Un document académique de 2006, intitulé 'une approche systématique pour l'élaboration d'un calendrier tel que construit pour un projet de construction' par les chercheurs Zubair Ahmed Memon, Muhd Zaimi Abd Majid, Nur Izzati Md. Yusoff et Mushairry Mustaffar de l'Université de Technologie de Malaisie (UTM) ont confirmé que :



Une enquête récente indique qu'il y a un manque systématique et automatisé d'évaluation et de suivi des projets de construction. [...] Un problème persistant dans la construction a été celui de documenter les changements qui se produisent sur le terrain, et de préparer le calendrier 'tel que construit'.»

Ensemble, ils ont déclaré que leur objectif de recherche était d'identifier les techniques utilisées dans le secteur de la construction pour l'évaluation et le suivi des progrès physiques et d'établir comment la technologie pouvait être utilisée pour le suivi d'avancement sur site.

Les changements qui se produisent pendant les phases de construction, d'exploitation et de maintenance sont rarement pris en compte dans les modèles numériques «tel que conçu», les obligeant à conserver des informations inexactes pour une utilisation tout au long de leur cycle de vie. Le problème persistant de documenter les changements qui se produisent sur le terrain soutient l'argument selon lequel la voie à suivre est de développer et d'utiliser un outil agile pour suivre et évaluer les progrès qui peuvent permettre de documenter les changements, petits ou grands, dans un format facile, fonctionnel et manière interopérable.

En dehors de la documentation des changements sur le chantier sur les modèles de conception pour former l'ensemble des informations 'tel que construit', il est essentiel que les maîtres d'œuvre et sous-traitants puissent enregistrer ce qu'ils ont réalisé et installé sur place. L'enregistrement d'installations telles que les équipements, que ce soit en infrastructure ou en superstructure est un sujet en soi. Par ailleurs, les utilisateurs successifs du bâtiment peuvent abandonner l'usage de certaines installations de leurs prédécesseurs, puis installer leurs propres équipements aux côtés de ceux déjà en place. Sans outils numériques documentant ces changements, il peut se révéler difficile, en termes de précision, d'erreurs et d'omissions, pour les utilisateurs suivants de déterminer qui a installé quoi, quand et où.

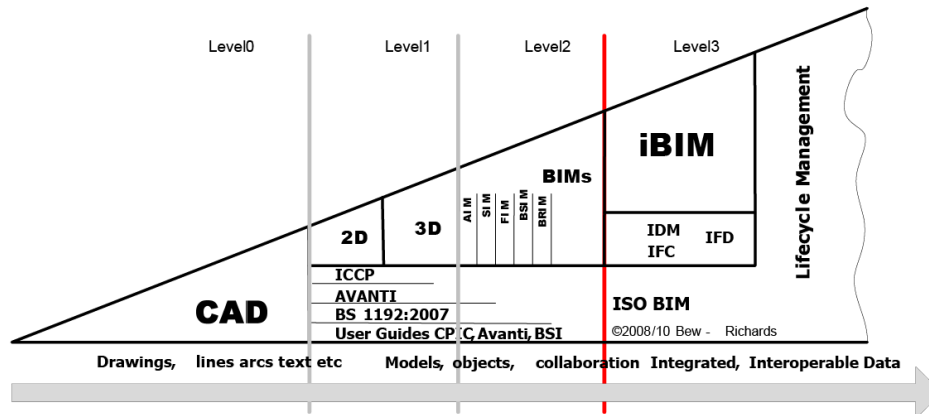
Si un modèle numérique est produit, il devrait pouvoir être mis à jour afin de refléter chacune des modifications apportées au projet initial à partir du moment où ceux-ci se produisent sur le terrain et mis à la disposition d'un maître d'ouvrage sous une forme que les équipes de gestion des installations peuvent continuer à développer, idéalement au moment même où les changements se produisent et dans le cadre du modèle 'tel que construit' lui-même.

Niveaux de maturité du BIM

En 2011, le Groupe de Clients de Construction du Gouvernement Britannique (GCCB, en anglais), connu sous le nom du Groupe de Travail BIM, a publié son article scientifique 'Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy' ['Stratégie de Groupe de Travail de Modélisation d'Informations du Bâtiment (BIM)'] qui a mis en lumière le Bew-Richards BIM Maturity Model 2008 avec ses 4 niveaux de maturité : Niveau 0, 1, 2 et 3. Celui-ci est un modèle du genre, reconnu dans le monde entier, et apparaît dans le document de l'Institut Royal des Architectes Britanniques (RIBA) 'Superposition du BIM à l'Aperçu du Plan d'Ouvrage' ['BIM Overlay to the Outline Plan of Work 2012']

Il est intéressant de noter que cet article est écrit pendant une période où les premiers mandats gouvernementaux dans le monde commencent à être déployés pour la conformité légale. Une directive européenne a été émise en 2014 recommandant l'utilisation du BIM, et au Royaume-Uni c'est en conformité avec le niveau 2 de ce modèle.

QUELS FREINS POUR 'METTRE DES BOTTES AU BIM' ?



Le niveau 2 est un environnement 3D géré dans des outils BIM de disciplines séparées avec leurs données rattachées. Les données commerciales sont gérées par un ERP (Enterprise Resource Planning). L'intégration se fait sur la base d'interfaces propriétaires ou de niveau de maturité BIM. Le Construction Industry Council (CIC) du Royaume-Uni a parrainé le PAS 1192-2:2013, qui spécifie les exigences requises pour atteindre le niveau 2.

Ceci signifie que les outils BIM développés actuellement sont susceptibles d'être orientés principalement pour une utilisation par les intervenants au niveau 2 en vue d'être actualisables à l'avenir pour une utilisation au niveau 3, mais aussi pouvoir être manipulés par ceux qui ont encore besoin d'applications de niveau 1.

L'Interopérabilité du Partage des Données

L'étendue des logiciels utilisés par les architectes et ingénieurs peut rendre l'échange des informations compliqué, d'autant plus si l'on y ajoute des intervenants supplémentaires du terrain. Les différents formats de fichiers peuvent perdre en niveau de détail lorsqu'ils passent d'une plateforme à l'autre, en particulier les modèles numériques ayant des structures et informations spécifiques à conserver.

Industry Foundation Classes (IFC)

Le standard 'Industry Foundation Classes' (IFC) a été développé en 1994 par l'Alliance de l'Industrie pour l'Interopérabilité, un consortium créé par Autodesk (maintenant buildingSMART, ou Mediaconstruct en France) pour développer l'interopérabilité.

La spécification IFC est un format de données ouvert non standard neutre utilisé pour décrire, échanger et partager des informations. Elle est la norme internationale utilisée pour le partage et l'échange des données de construction BIM et de gestion de maintenance entre les applications. Accompagné par le développement de logiciels dédiées à la coordination entre les formats de fichiers différents et permettant la collecte de données, cet effort de standardisation permet entre autres la simulation de la construction et la détection des collisions.

Les projets de construction sont généralement multidisciplinaires et réalisés par toute une série d'organisations et de corps d'état différents. Au cours des revues de conception et de construction, des réserves ou observations peuvent survenir pour être résolues par une ou plusieurs disciplines et corps d'état. Pour un seul projet, cela implique souvent la manipulation de logiciels différents. Avec les IFC, les modèles peuvent être échangés via un standard ouvert. Cependant, les IFC contiennent des données liées à des objets de construction qui peuvent être inadaptées pour la documentation d'observations ou de workflows.

BIM Collaboration Format (BCF)

Avant 2010, les utilisateurs finaux qui voulaient échanger des questions, des propositions et des demandes de changement dans les modèles BIM ne pouvaient qu'échanger tout le modèle BIM en tant que données d'un bloc. Le récepteur devait alors comparer les différentes versions du modèle afin de filtrer les demandes de l'expéditeur.

Le BCF est un format de fichier ouvert permettant la communication de flux de travail connectés à des modèles IFC. Il permet l'ajout de commentaires textuels, des images et davantage, au-dessus d'un calque de modèle IFC pour une meilleure communication entre les parties en coordination. Il sépare la communication des informations du modèle.

A une échelle macro, il y a un besoin de normalisation internationale, de mise en place d'une terminologie commune couplée avec l'appui des gouvernements et un cadre réglementaire afin de permettre de lancer avec succès le BIM sur le terrain. En 2010, le concept du 'Format de Collaboration de Construction' ['BIM Collaboration Format'] (BCF) a été proposé à buildingSMART. Il utilise des standards ouverts qui permettent la communication de workflows entre les solutions BIM et qui intègrent aussi les IFC.

L'objectif était de booster le degré de collaboration dans les workflows BIM par l'échange de sujets juste nécessaires et suffisants (lean) et non pas la totalité du modèle BIM entre les applications logicielles.

Un schéma XML codifie les messages qui informent un outil BIM des questions, des propositions ou des demandes de changement collectées par un autre outil BIM. En séparant la communication du modèle, le BCF permet une collaboration ouverte entre les intervenants dans un projet de construction.

L'expérience initiale montre que l'utilisation du BCF améliore le workflow et élimine le besoin de transférer de gros fichiers BIM via Internet. BCF se concentre sur le processus de la façon de coopérer avec différents logiciels de BIM au lieu de simplement répondre aux caractéristiques d'un outil spécifique. Sauvegardés au format BCF, les vues, les objets choisis, les images et les commentaires deviennent compatibles avec tous les logiciels de modélisation.

Ainsi, FINALCAD confirme qu'un outil sur le terrain compatible BIM pouvant utiliser le BCF pour l'échange d'informations est donc un dispositif utile et compatible qui évite la nécessité d'échanger un modèle BIM dans sa totalité. Seule l'information juste nécessaire est partagée, au bon moment et en fonction de l'intervenant concerné. Pour en savoir plus sur l'approche de FINALCAD vis-à-vis du BCF, rendez-vous au Chapitre "Le BIM Collaboration Format".

La collaboration interdisciplinaire

La collaboration interdisciplinaire, la reconnaissance des avantages à travailler dans un environnement ouvert de données à un niveau mondial, ainsi qu'une compréhension mutuelle de l'éthique sont nécessaires pour que cela fonctionne.

Le rapport 2011 de l'UK Government Construction Client Group (GCCB) a annoncé l'exigence de la collaboration BIM 3D (ce qui équivaut au niveau 2 du BIM avec toutes les informations, les actifs du projet, la documentation et les données étant électroniques) sur ses projets d'ici au 4 avril 2016.

Les logiciels et les exigences de données du Royaume-Uni pour ceci sont le format COBie ['Construction Operations Building Information Exchange']. Le COBie est un format d'échange d'informations pour saisir les informations créées lors des étapes de conception, construction et de mise en service. Il a été développé pour améliorer le processus de transfert aux propriétaires-exploitants des bâtiments et ressemble principalement à un environnement de type feuille de calcul. Son utilisation est considérée comme un tremplin pour atteindre des standards ouverts ainsi que le niveau 3 du BIM.

QUELS FREINS POUR 'METTRE DES BOTTES AU BIM' ?

La nécessité de saisir des données directement par les utilisateurs dans ces environnements de type feuille de calcul sera toutefois éradiquée grâce aux progrès de la technologie BIM qui peuvent permettre que les données structurées soient intégrées de manière transparente.

FINALCAD estime qu'il y a un besoin de toutes les parties à reconnaître la nécessité d'une approche contextuelle, pertinente pour les disciplines spécifiques, les corps de métier et les groupes d'utilisateurs des intervenants et pour tous de travailler de façon collaborative.

Customisation

Chuck Eastman nota, dans une préface du livre paru en 2014 "Modélisation de l'Information du Bâtiment - Le BIM dans la Pratique Présente et Future" ["Building Information Modeling - BIM in Current and Future Practice"], édité et publié par Karen Kensek et Douglas Noble que :



La demande de customisation est déjà visible dans la communauté BIM ; il existe un besoin croissant. Certaines firmes choisissent déjà des plates-formes de BIM sur la nécessité d'être en mesure de spécialiser et d'étendre les classes d'objets, afin de mieux contrôler le comportement paramétrique, et d'intégrer différents outils de simulation/analyse. L'intégration avec des plugins génératifs et avec des interfaces d'applications de la performance, deviendront des priorités plus visibles des entreprises qui sont intéressées par développer leurs marchés et se différencier.»

En cela, FINALCAD reconnaît qu'une application terrain compatible BIM se doit d'être personnalisable, par la création de bibliothèques d'objets et de filtres et capable de fonctionner avec de différents outils d'analyse des données.

Fossé générationnel

Ceux qui critiquent le BIM font souvent référence au processus de conception uniquement, et à la seule connaissance que l'utilisateur a du logiciel. Un jeune architecte ou jeune ingénieur qui est un digital native peut se révéler talentueux au-delà de la simple utilisation des logiciels, tandis qu'un architecte ou un ingénieur expérimentés peuvent être entravés par leur inexpérience des logiciels et de leurs interfaces. Cela crée un fossé entre les générations avec un risque associé qui devient plus sévère chaque fois qu'une nouvelle technologie s'impose.

Aujourd'hui, le défi du secteur est d'exploiter les talents numériques de la génération entrante combinés avec le savoir-faire des membres plus âgés, le besoin pour les plus âgés de se mettre à niveau numériquement et des plus jeunes d'apprendre et de s'engager de façon pratique avec les détails des processus de construction. A cette fin des entreprises telles que Bouygues mettent en place des programmes de reverse mentoring.

FINALCAD est engagé dans le développement d'applications BIM qui conviennent aux professionnels à travers les générations, qui sont conviviales d'utilisation pour les novices comme pour les utilisateurs avancés.

Intégration entre Architecture Logicielle et Ingénierie de la Construction

Les développeurs qui ont créé les premières plateformes BIM sont rarement issus de la filière pure du bâtiment mais on plutôt des profils hybrides. Les différences existantes entre les deux disciplines du développement logiciel et de l'ingénierie de la construction rendent la tâche difficile et peuvent générer des incompréhensions de part et d'autre. La plus notable exception est sans doute l'architecte Chuck Eastman

dont la formation initiale est l'éco-conception (UC Berkeley College of Environmental Design) et qui est actuellement professeur à l'Institut de Technologie de Géorgie à Atlanta. Au fur et à mesure que le BIM progresse, de plus en plus de profils apparaissent à la frontière entre les disciplines.

Souvent, les applications mobiles de BIM pour le terrain se focalisent sur une ergonomie "technique" qui privilégie un maximum de fonctionnalités (par exemple, accéder à des filtres exhaustifs sur la totalité de la maquette numérique) au détriment d'une ergonomie "métier" qui étudie d'abord le besoin opérationnel (par exemple, limiter les vues filtrées à une définition préalable jugée comme utile sur le terrain) pour maximiser la productivité. Depuis sa création, FINALCAD conçoit l'ergonomie de ses solutions en s'appuyant sur ces deux piliers. FINALCAD mêle la connaissance et le savoir-faire de professionnels des deux disciplines dans la production de ses logiciels, aussi bien que dans la réalisation de ce livre blanc.

La complexité du BIM

Le BIM, tant en termes de modèles de construction (BM) que d'une information (I), est un défi quant à son utilisation sur le terrain par des non-experts du BIM. Tant que cela sera le cas, le processus du BIM restera complexe et d'une adoption faible sur le terrain s'il n'est pas rendu plus accessible et simple.

FINALCAD propose un "découpage" de la complexité par la discrimination d'informations en éléments gérables et adaptés pour une utilisation sur le terrain. Les informations peuvent être classées selon les Niveaux de Détail ['Levels of Detail'] (LOD) et/ou les objets BIM liés à une phase donnée de la construction (gros œuvre, second œuvre, exploitation...), pour un intervenant ou corps d'état donné.

Inégalité des investissements en IT

Historiquement, l'investissement en IT dans les outils de CAO/BIM par les entreprises générales, les bureaux d'études et bureaux d'architectes a été beaucoup plus élevé en ce qui concerne la phase de conception par rapport à l'investissement en IT sur le terrain pendant la phase de construction ; une inégalité d'investissement que nous estimons être d'un rapport d'au moins 1 à 10.

Cette inégalité se justifie, entre autres, par le fait que le matériel de mobilité (tablettes et smartphones) n'ont été disponibles et suffisamment abordables que depuis le début des années 2010, d'où un écart qui devrait prendre un certain temps à s'équilibrer.

FINALCAD est engagé à produire des applications utilisables sur toutes les plateformes mobiles, tant sur tablettes que smartphones, afin de maximiser son niveau d'adoption par le terrain.



**97% des acteurs de la construction
estiment que le BIM devrait être
utilisé en phases de construction et
d'exploitation**

Sondage FINALCAD - Mars 2017



METTRE DES BOTTES AU BIM

Une stratégie BIM ne sera jamais complète tant qu'elle n'est pas confrontée à la réalité du terrain. FINALCAD est l'interface terrain du BIM, permettant d'extraire les informations utiles au chantier et de remonter les observations des opérationnels pour enrichir la maquette numérique. L'investissement dans la maquette numérique se prolonge alors au-delà de la conception, le planifié est confronté au réalisé.

IL EST TEMPS DE METTRE DES BOTTES AU BIM

METTRE DES BOTTES AU BIM

Afin de générer un modèle "tel-que-construit" sans discontinuité depuis la maquette numérique originale, il est possible d'enrichir le modèle BIM avec l'information obtenue directement depuis le terrain, ce que nous appelons "mettre des bottes au BIM".

Introduction à FINALCAD

Cet article est une version éditée extraite de la 2ème édition (2015) du livre "BIM et Maquette Numérique" par Olivier Celnik, Eric Lebègue avec Guersandre Nagy, publié aux Editions Eyrolles.

Aujourd'hui, FINALCAD est utilisé par les professionnels de la construction pour différentes phases de la vie de l'ouvrage. Plusieurs processus collaboratifs de chantiers ont été numérisés, depuis le contrôle qualité et le suivi travaux en phases gros oeuvre (GO) et corps d'états secondaires (CES), jusqu'aux opérations préalables à la réception (OPR), la réception et la garantie de parfait achèvement (GPA). Des processus métier tels que le suivi hygiène, sécurité, environnement (HSE), la réhabilitation en site occupé (RSO), ou le suivi logistique ont également été numérisés.

FINALCAD permet d'augmenter la productivité en améliorant le flux de communication entre les intervenants d'un projet : une information habituellement transmise en une semaine (via le papier) passe alors au temps réel. Les conducteurs de travaux partagent désormais 70% de leur temps sur le terrain et 30% au bureau (contre une répartition 50/50 auparavant), entrant dans un cercle vertueux de pilotage de la qualité. Progressivement, l'information s'enrichit et se centralise autour d'un référentiel commun, partagé par tous les acteurs. Le dialogue entre les intervenants est facilité par plus de transversalité et de transparence.

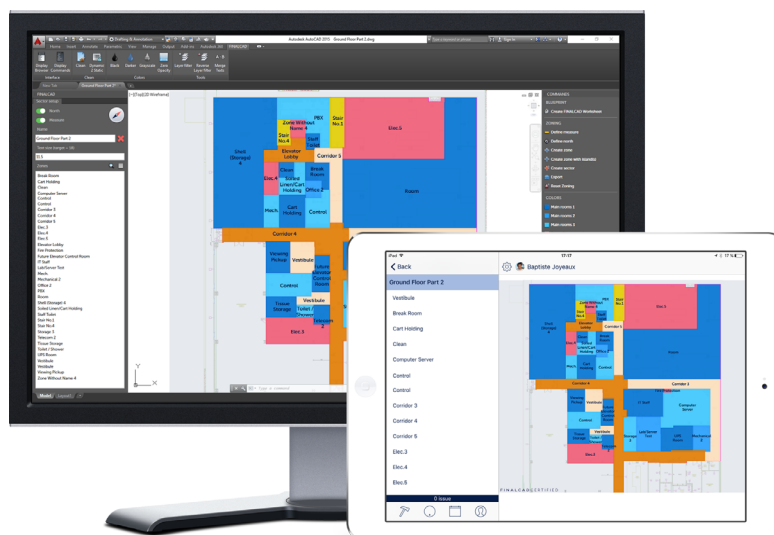
Enfin, grâce aux données accumulées sur plusieurs milliers de projets, des analyses prédictives deviennent possibles dans FINALCAD. Les dérives les plus courantes peuvent être anticipées statistiquement, à l'échelle d'un chantier ou au niveau de l'entreprise.



Comment fonctionne FINALCAD ?

Les plans fournis par le client (PDF ou DWG la plupart du temps) sont d'abord nettoyés de tout élément superflu pour une utilisation sur le terrain (cotes, nuages, annotations...). Les couleurs sont uniformisées pour maximiser la lisibilité sur tablette ou smartphone. Les plans sont alors découpés par niveaux et par zones, pour faciliter la navigation dans le projet tout en conservant le contexte. Ce maillage est réalisé par une équipe de projeteurs internes, assistée par des outils de production développés par FINALCAD.

Le résultat de la préparation des plans et le paramétrage du projet (en fonction de l'offre choisie et de la phase du cycle de vie de l'ouvrage) sont déployés directement sur le terminal du client via l'application FINALCAD. L'utilisateur peut désormais utiliser l'application en mobilité sur le terrain, et ce même sans connexion (le cas échéant, les informations sont synchronisées lors du retour à la base-vie ou au bureau).



Réconcilier BIM avec le terrain

BIM et terrain ont l'opportunité de s'enrichir mutuellement. Pour commencer, il est possible de faire "descendre" des informations provenant du BIM pour une utilisation sur le terrain. Cela ne signifie pas faire descendre la totalité de la maquette numérique 3D sur le terrain. La plupart du temps, les utilisateurs en mobilité préféreront la simplicité d'un plan 2D, une maquette numérique 3D complète pouvant être un frein à l'adoption. Si la 3D est nécessaire, une vue 3D en contexte de l'élément concerné sera plus pertinente que la maquette complète. Au-delà de la représentation graphique de la maquette numérique, ce sont surtout les informations associées à des éléments qui seront utiles. Avec FINALCAD, on peut par exemple faire descendre les propriétés BIM d'une fenêtre ou d'une porte pour venir alimenter une liste de contrôles. Les observations effectuées sur le terrain et les éventuels écarts peuvent alors être "remontés" dans le modèle BIM pour venir confronter le réel avec le modèle virtuel. Le modèle virtuel vient alors s'enrichir de données plus fidèles à la réalité, qu'elles proviennent d'observations humaines ou de machines (sondes, drones ou autres objets connectés).

Ainsi, reconstruire le BIM depuis l'existant n'est pas uniquement l'affaire d'outils de métrologie et de reconstitution de nuages de points pour générer une maquette numérique a posteriori. Pour FINALCAD, cela passe aussi par la remontée d'informations réelles provenant du chantier ou du site exploité. Autrement dit, par une réconciliation entre le 'tel-que-conçu' et le 'tel-que-construit'. Cette analyse comparative peut porter sur les écarts constatés en terme de qualité, de délais ou de coûts. Avec pour objectif final une capitalisation de l'expérience acquise sur chaque ouvrage, afin d'améliorer la construction et la gestion patrimoniale des suivants.

METTRE DES BOTTES AU BIM

Mettre des bottes au BIM, une problématique d'ergonomie "technique" et d'ergonomie "métier"

Un chantier, c'est d'abord une course contre la montre. Les opérationnels n'ont pas le temps d'attendre : tels des pilotes de rallye, ils ont besoin d'accéder rapidement à une information claire, fiable et pertinente pour leur travaux.

Les maquettes numériques, pensées comme des bases de données centralisant les informations géométriques et les propriétés de chaque objet à construire, répond aux deux questions de la clarté et de la fiabilité de l'information.

Sur le chantier, la question de la facilité d'accès à l'information ou de la pertinence métier des vues proposées est tout autre. Car au milieu des banches ou dans un logement après intervention du peintre, difficile de consulter sa maquette depuis un PC, même portable. Le seul support viable pour l'opérationnel est son smartphone ou sa tablette.

Suffit-il de proposer aux opérationnels une application qui les permette de consulter une maquette numérique en mobilité, le Revit pour iPad, pour reconcilier le BIM avec le terrain ? Si une telle démarche ouvre sur la question des fonctionnalités de navigation 3D sur un support tactile, une question essentielle, nous pensons que le problème se pose en d'autres termes.

Car la question est bien une question d'ergonomie and une partie de la réponse est bien sûr d'ordre fonctionnel (ergonomie "technique"). Comment accéder rapidement à la vue du poteau dont je souhaite vérifier la géométrie ? Comment puis "tourner" autour de ce poteau virtuellement, pour m'assurer qu'aucun insert métallique n'a été oublié avant de coffrer cet élément ? Comment puis-je "cacher" ce faux plafond pour voir les gaines qu'il masque ? Pour atteindre une telle ergonomie, des fonctionnalités de filtrage doivent être implémentées. Différentes dimensions de filtres doivent être proposées : espace, système, corps d'état...

Pourtant, au vu de la complexité des maquettes numériques des projets actuels, et du nombre d'objets modélisés, ces fonctionnalités de filtre ne peuvent suffire. Il suffit d'accéder aux paramètres de visualisation d'une maquette numérique sous Revit pour s'en rendre compte. Une étape de pré-filtrage des informations est ainsi une nécessité. Ne seront gardées que les informations pertinentes à l'opérationnel en fonction du contexte métier dans lequel il se situe, et des actions qu'il a à entreprendre. Nous appelons ces "sous-modèles" des "vues pré-filtrées métier". Définir ces sous-modèles en fonction de l'action de l'utilisateur, c'est se poser la question de l'ergonomie métier.

Souvent, les applications mobiles de BIM pour le terrain se focalisent sur une ergonomie "technique" qui privilégie un maximum de fonctionnalités (par exemple, accéder à des filtres exhaustifs sur la totalité de la maquette numérique) au détriment d'une ergonomie "métier" qui étudie d'abord le besoin opérationnel (par exemple, limiter les vues filtrées à une définition préalable jugée comme utile sur le terrain) pour maximiser la productivité. Depuis sa création, FINALCAD conçoit l'ergonomie de ses solutions en s'appuyant sur ces deux piliers.

Ainsi, depuis FINALCAD, les opérationnels accèdent à des sous-modèles en mobilité pour consulter des informations ou déposer des informations (non conformités, pointage d'avancement, point de contrôles, etc). Il se pose alors 2 questions fondamentales :

Comment sont générés ces sous-modèles à partir d'une maquette numérique ?

Comment les informations saisies remontent-elles dans la maquette numérique ?

Après avoir précisé l'organisation de ces sous-modèles, nous présenterons plus en détail cet aller et retour entre le BIM et le chantier.

L'aller-retour entre BIM et terrain

Les intervenants de la construction équipés de tablettes et smartphones avec des projets BIM intégrés à FINALCAD peuvent consulter, poser des observations, ajouter des commentaires, prendre des photos et annoter des extraits de plans ou fiches de contrôles liés aux objets BIM. Chaque objet est sélectionnable indépendamment et ses paramètres provenant du BIM sont accessibles directement depuis le terminal mobile. Les utilisateurs peuvent épingler des données en temps réel, ajouter des tâches et dates associées, et des actions relatives au corps d'état ou opération concernés depuis le terrain de manière structurée. Ils peuvent documenter les inspections, poser et lever des observations et générer des rapports d'avancement. Ceci peut être réalisé à différentes phases de la construction pour fournir des informations pour un niveau de détail donné (Level of Detail ou LOD).

Un modèle numérique synchronisé avec le BIM intégré à FINALCAD peut alors être utilisé pour la collecte de données, le suivi et validation sur site pendant toute la durée du cycle de vie de l'ouvrage. Il peut être utilisé par tous les intervenants de la chaîne de construction depuis les premiers terrassements et fondations jusqu'aux finitions, l'exploitation et la maintenance.

Quelles données échanger pour l'aller-retour ?

La philosophie de "design thinking" de FINALCAD a toujours été de fournir l'information juste, au bon moment, pour un utilisateur donné et pour un processus métier donné (suivi travaux, contrôle qualité, management de la sécurité...). La question est alors de savoir dans quel contexte et à quel utilisateur fournir des vues pertinentes pour qu'elles soient utiles dans la tâche qu'il doit accomplir. Un problème essentiel à résoudre est le niveau de granularité de l'information proposée à un utilisateur, en particulier lorsqu'il s'agit des vues "géométriques". Par exemple, nous avons pu constater qu'un préventeur sécurité agissant au niveau d'une filiale a seulement besoin des plans globaux d'un ouvrage (vue des différents niveaux), pour localiser grossièrement les quelques risques majeurs qu'il aura identifié lors de sa visite mensuelle. En revanche, un conducteur de travaux GO aura besoin d'une vue beaucoup plus détaillée pour contrôler le ferrailage d'un voile en béton armé avant son bétonnage.

Pour cela nous avons identifié deux niveaux de granularité qui nous semblent utiles pour les processus que nous avons numérisés (les suivis de chantier et les contrôles de qualité essentiellement) :

- Un premier niveau de granularité concerne les secteurs et les zones (un secteur étant constitué de zones)
- Le deuxième niveau concerne les zones et les éléments, ou produits BIM (une zone regroupant plusieurs éléments)

Le choix du niveau de granularité dépend alors du processus concerné. Par exemple :

- En Suivi Hygiène Sécurité Environnement (HSE), le couple secteurs/zones, où les zones pourraient être les étages du bâtiment, suffit à réaliser le suivi nécessaire
- En Suivi Travaux, les secteurs/zones sont également pertinents, avec des zones associées par exemple à chaque logement, bureau, ou autre zone fonctionnelle
- En Contrôle Qualité, le niveau zones/éléments est approprié, car on cherche ici à lier des informations à des éléments de manière précise et individuelle, comme des éléments de structure ou des éléments de lots techniques

Par ailleurs, le choix du niveau de granularité peut dépendre aussi de l'objectif recherché : dans le cas du Contrôle Qualité, le niveau zones/éléments est utilisé pour la saisie des informations, mais le niveau plus global des secteurs/zones sera plus utile pour du reporting.

Enfin, reste à définir et enrichir les métadonnées associées aux zones et aux observations, en fonction du sens du flux. Pour cela nous distinguons les flux de descente et de remontée d'information dans la suite de cet article.

METTRE DES BOTTES AU BIM

Descente d'information depuis la maquette numérique vers le chantier

Pour que la maquette numérique et les objets BIM soient utilisables sur site au travers de FINALCAD, l'information contenue dans la maquette numérique doit être rendue accessible à tous les utilisateurs. Pour cela l'information doit être adaptée à chaque corps d'état ou groupe d'utilisateurs, pour une phase donnée de la construction (gros oeuvre, second oeuvre, réception...) ou de l'exploitation.

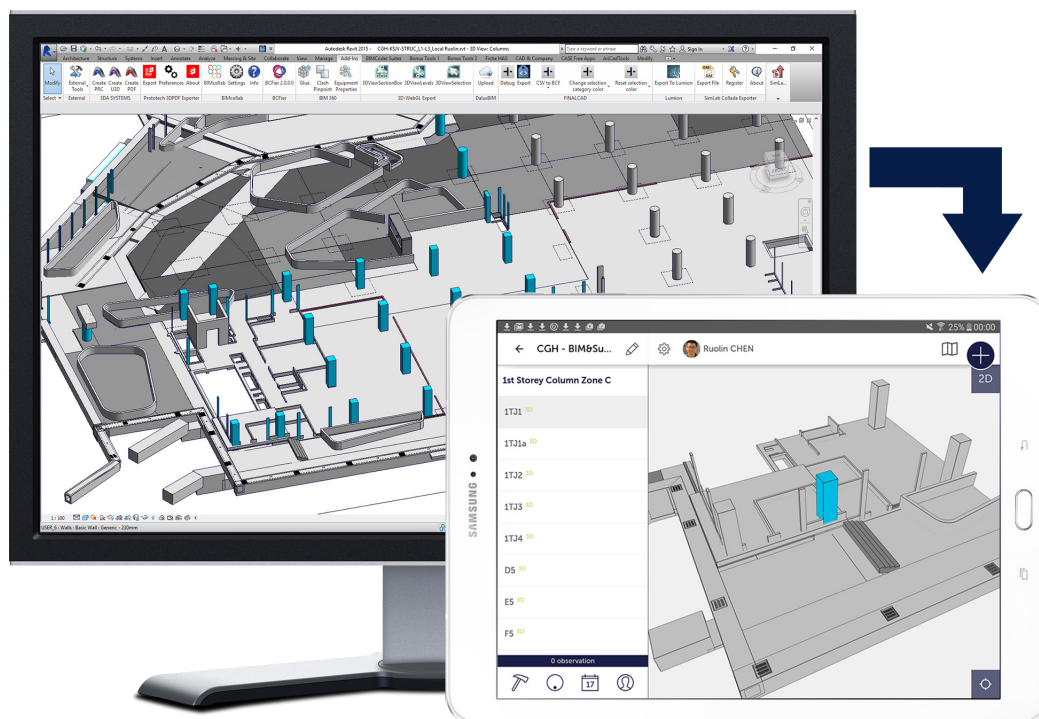
L'information peut alors être "descendue" dans une approche "top-down" depuis la maquette numérique. Descendre la totalité de la maquette numérique ne serait pas utile pour une utilisation sur site. Cela ne serait pas opérable en pratique, ne serait pas adopté par le terrain et le bénéfice de la maquette numérique serait perdu. C'est pourquoi il faut "découper" la complexité au maximum pour une utilisation sur le terrain la plus simple possible.

Des vues pertinentes sont extraites de la maquette numérique (nativement depuis Autodesk Revit ou via le format IFC). Chaque vue est alors associée à une zone donnée dans l'app FINALCAD, de la même manière que les utilisateurs naviguent dans les plans. Les utilisateurs existants de FINALCAD peuvent donc adopter le BIM sur le terrain en quelques minutes, puisque les gestes, les process et la navigation sont similaires aux projets FINALCAD classiques.

Les métadonnées de la zone sont nécessaires pour la "descente" du BIM dans un projet FINALCAD :

Pour les zones (liste non exhaustive) :

- Nom de la zone
- Type de zone
- Localisation de la zone dans la maquette par rapport à un référentiel (position et orientation)
- Polyline détournant la zone



Sélection et descente d'élément BIM vers le terrain

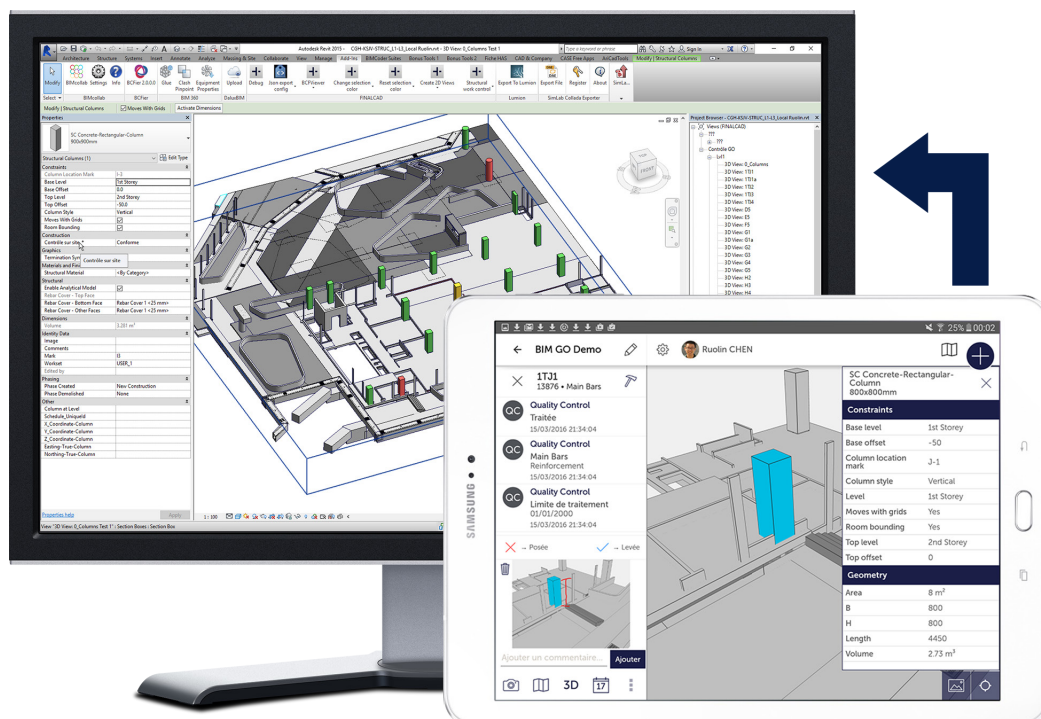
Remontée d'information depuis le chantier vers la maquette numérique

L'information collectée sur le terrain peut alors être "remontée" dans une approche *bottom-up* vers la maquette numérique par FINALCAD qui va "épingler" les informations via le BIM Collaboration Format (BCF).

Les métadonnées d'observations sont nécessaires pour la "remontée" des informations saisies sur le terrain dans la maquette numérique :

Pour les observations (liste non exhaustive) :

- Type d'observation
- Affectation de l'observation à un lot et une entreprise
- Historique de commentaires associés à l'observation (texte, images, états, liens vers des fichiers...)
- Localisation de l'observation par rapport à la zone



Remontée de données enrichies vers la maquette numérique

LE BIM 6D, AVEC DES BOTTES

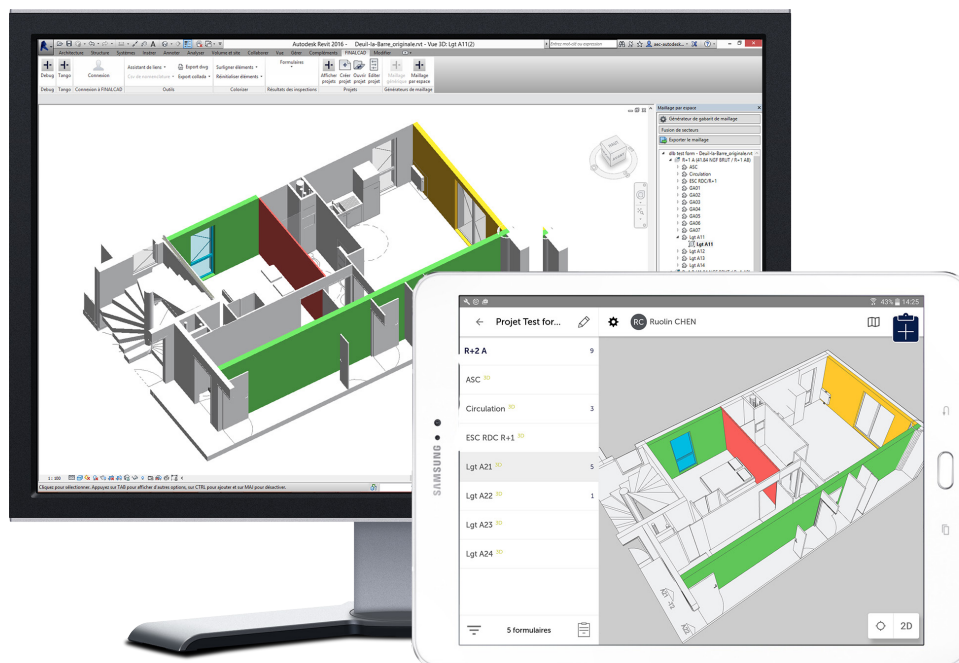
4D, 5D et 6D sur le terrain

Le suivi de défaut, le contrôle, et la mesure de la performance

On présente souvent le BIM comme un objet à N dimensions, en insistant sur la 4D (le temps), la 5D (le coût), et la 6D (les propriétés énergétiques des objets). Chaque corps de métier se reconnaît souvent dans une ou plusieurs dimensions : les planificateurs et bureau méthode dans la 4D, les économistes ou métresseurs dans la 5D, les énergéticiens dans la 6D. Mais du point de vue d'un opérationnel, que ce soit en phase de construction ou d'exploitation, ces dimensions parlent peu.

FINALCAD introduit 3 dimensions simples, 3 niveaux d'informations qui apportent de la valeur aux opérationnels :

- Le suivi de défaut, qui participe d'une approche curative. L'objectif est le résultat, la réactivité des opérationnels pour corriger les défauts ;
- Le contrôle qualité, qui s'inscrit dans de la prévention. Ces plans d'assurance qualité sont présents aussi bien en construction qu'en exploitation ;
- Le suivi d'avancement, qui réconcilie le *lean* avec le numérique. L'important est ici de donner aux opérationnels un accès à la mesure de leur performance.



Le suivi d'avancement BIM de FINALCAD permet une adoption du BIM 6D par le terrain

Au delà de ces 3 dimensions essentielles, nous comptons également le retour d'expérience, agrégé à partir de la remontée de faits marquants, exprimés au quotidien depuis le terrain.

L'émergence d'un standard : le BIM Field Format

Vers un standard du DOE numérique

En phase de conception, les différents bureaux d'études travaillant sur un même bâtiment se sont très vite confrontés à la façon dont échanger de l'information. Par exemple, comment le bureau d'étude CVC peut-il faire remonter à l'électricien un problème d'interférence entre leur 2 réseaux ? Plutôt que d'échanger les fichiers lourds de chaque maquette, un format simple et léger a émergé : le BIM Collaborative Format (BCF), sorte de post-its numérique du BIM (voir le chapitre suivant pour plus de détails sur le BCF).

Pour aller demain vers des solutions interopérables en phase de construction, il convient dès aujourd'hui de s'interroger sur la façon dont ces informations sont structurées.

Nous identifions aujourd'hui 4 niveaux d'information :

- Les éléments de définition intrinsèque à l'objet : le nom d'une tâche, le nom du défaut, le type de formulaire de contrôle ;
- Un état, déterminé par un workflow : une machine à état défini en fonction de rôles de chaque utilisateur ;
- Un flux d'activité, qui retrace l'historique des commentaires (photos, textes, notifications personnelles, documents) associés à l'objet ;
- Des formulaires de saisie, qui intègre une logique métier forte.

L'accès à une information partagée

Le mobile, le BIM ou autre...

Ces informations sont d'abord accessibles depuis l'application mobile : pour chaque objet d'une maquette, l'utilisateur peut associer défauts, formulaires de contrôles ou tâches.

Chacune de ces informations rajoutées peuvent se retrouver depuis une maquette. Par exemple, il est possible de rajouter une propriété "Conformité" à chaque objet d'une maquette, pour en connaître l'état de conformité au regard d'un plan de contrôle qui lui serait attaché.

Le lien entre toutes ces informations saisie et l'objet d'une maquette est obtenu grâce à l'identifiant numérique unique de chaque élément, entre les différents logiciels: Autodesk Revit, FINALCAD, ArchiCAD... La définition de cet identifiant repose sur le standard des IFCs. C'est grâce à cet identifiant que la remontée de l'information entre le terrain et une maquette numérique est possible.

BIM COLLABORATION FORMAT

Le BCF, l'incontournable du BIM collaboratif

De l'information à la communication

L'ouverture d'une maquette numérique dans une application comme Revit commence par une expérience incroyable : l'accès à l'information de chaque objet d'un bâtiment est presque immédiate. Il suffit de naviguer vers un composant dans un environnement 3D convivial, de le sélectionner d'un clic, et de lire les attributs regroupés en catégorie dans une fenêtre du logiciel. Viennent ensuite des questions : comment a été utilisée cette maquette ? La collaboration entre les différents acteurs du projet a-t-elle été considérablement améliorée ? Telle est une promesse du BIM : une communication simplifiée autour d'une base de données partagée.

Par exemple, comment faire remonter au BIM Manager du projet un décalage de 1m dans la pose du poteau PT03 du R+1 ? Existe-t-il une méthode plus souple que l'envoi du modèle complet avec les modifications, dont les variations seront ensuite filtrées et analysées par le BIM manager ?

En d'autres termes, il convient simplement de s'interroger sur la façon dont l'information est communiquée. Si le BIM est bien le nom de la nouvelle Technologie de l'Information et de la Communication (TIC) qui bouleverse aujourd'hui le BTP, où le "C" se cache-t-il ?

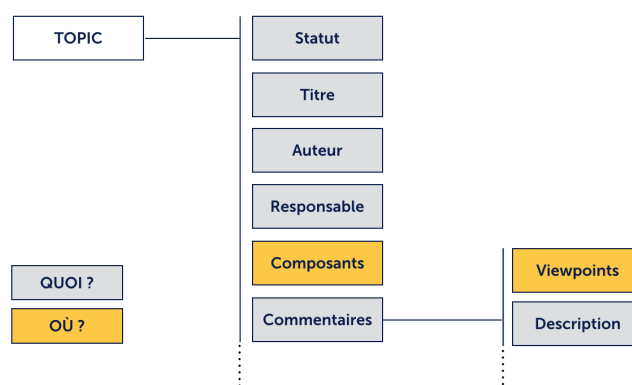
Une idée simple et géniale

En 2010, les sociétés Solibri et Tekla proposent le premier format de fichier permettant d'échanger de l'information d'une maquette vers une autre, sans avoir à passer par l'échange complet du modèle. Le principe est d'épingler de l'information supplémentaire sur les "objets numériques" du bâtiment, à l'image de 'post-its' sur une maquette réelle. Le format BCF (BIM Collaboration Format) est né.

Cette technologie a commencé par décrire l'information échangée en s'appuyant sur des fichiers structurés XML. Depuis 2013, un groupe de travail intégré à buildingSMART a travaillé sur une amélioration de ce format. Le format bcfXML v2 est sorti en octobre 2014.

A l'heure des plateformes collaboratives, la manipulation de fichiers (le plus souvent échangés par email) pour communiquer n'est pas une pratique satisfaisante. Aussi le développement du BCF ne s'arrête pas là. Le groupe de travail BCF implémente en parallèle une API standardisée, la bcfAPI v1, sous la forme d'un webservice RESTfull. Le déploiement d'une telle API permettra ainsi de collaborer selon un standard via des applications web ou mobiles spécifiques.

Mais au fait, que trouve-t-on dans un fichier BCF ?



Structure des Topics du BIM Collaboration Format (BCF)

L'anatomie du BCF

Un fichier BCF est au départ un fichier zippé, contenant autant de dossier que de "sujets" à traiter (le terme technique est "topic"). Un topic est par exemple un clash entre une gaine de ventilation et une poutre métallique.

Ces topics sont enrichis de deux natures d'information : d'une part, la description du "topic" (auteur, commentaires, responsable, état, tags,...), et d'autre part, des informations permettant d'associer le "topic" à un ou des éléments de la maquette. Concrètement, il est possible de "lier" un topic à des composants en référençant dans le fichier BCF leurs identifiants uniques (GUID).

Une autre façon de localiser un "topic" dans une maquette numérique est de lui associer une position de caméra (un "viewpoint"). Ainsi, un acteur qui découvrira le sujet pourra avoir accès au point de vue de son créateur. Cet élément de contexte est remarquable.

Il est possible d'accéder à une documentation technique précise de ce format en consultant les "repositories" Github de ces projets Open Source.

Pour bcfXML : <https://github.com/BuildingSMART/BCF-XML/tree/master/Documentation>

Pour bcfAPI : <https://github.com/BuildingSMART/BCF-API>

Certes, il est essentiel de comprendre ce qu'il y a, et ce qu'il n'y a pas, dans un fichier BCF pour appréhender le niveau de collaboration auquel on peut s'attendre avec ce standard. Mais en pratique, comment ça marche ?

BCFier pour collaborer

Heureusement, pour atteindre le niveau de collaboration promis par le standard BCF, il n'est pas nécessaire d'écrire à la main les fichiers bcfXML, d'y joindre les images .png des différents points de vue, de zipper le tout et de l'envoyer par email à ses collaborateurs. En pratique, il est possible d'installer des extensions (des "add-ons") aux logiciels BIM pour créer, lire, ou modifier des topics.

A ce titre, citons BCFier, une bibliothèque Open Source qui permet d'implémenter concrètement ces échanges d'informations entre plusieurs plateformes (<http://bcfier.com/>).

Les applications mobiles FINALCAD compatible BIM s'inscrivent cette perspective en permettant à leurs utilisateurs de gérer des topics directement depuis le terrain. Le modèle de donnée de FINALCAD est compatible BCF. Il est en effet possible de créer des "topics", de gérer leurs états, de les enrichir d'un flux de commentaire, de les assigner à des responsables, de les localiser, et même de définir le "viewpoint" associé à chaque observation. Nous aimons présenter ces applications comme le BCFier des opérationnels.

Cette approche "terrain" est une méthode originale qui vient compléter le premier usage du BCF en phase de conception. En effet, un tel format ne se limite pas aux échanges entre bureaux d'études. Des processus plus opérationnels, tels que le suivi de chantier, s'ouvrent à la BIM collaboration grâce au BCF.

Allons plus loin. Le BCF constitue le lien grâce auquel il est possible de coupler le réel au virtuel. La remontée de points de contrôle effectués sur un plot de bétonnage, la substitution d'un modèle d'équipement ou la déclaration d'un écart d'implantation d'une gaine de ventilation sont autant de "topics" qui permettent de lier le chantier à son jumeau virtuel.

Allons plus loin. Le BCF constitue le lien grâce auquel il est possible de coupler le réel au virtuel. La remontée de points de contrôle effectués sur un plot de bétonnage, la substitution d'un modèle d'équipement ou la déclaration d'un écart d'implantation d'une gaine de ventilation sont autant de "topics" qui permettent de lier le chantier à son jumeau virtuel. Au cours de la vue d'un projet, on conçoit très vite que la collaboration des équipes va se traduire par la création de milliers (voire de millions) de "topics". Comment gérer une telle quantité d'information ?

BIM COLLABORATION FORMAT

Développer un savoir faire collaboratif

On le comprend très vite. Si chaque processus collaboratif d'un projet de construction (design review, suivi de chantier, contrôles qualités, tests et mises en services,...) donne lieu à la création de topics, la masse d'information à manipuler va devenir considérable.

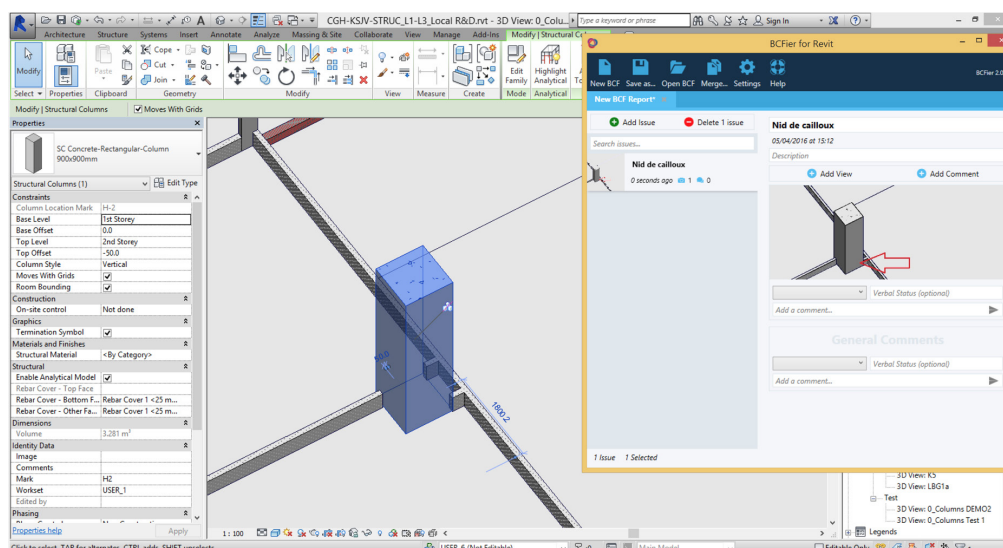
La seule définition d'un format d'échange ne suffit pas à assurer une collaboration de qualité sur un projet de construction, quelque soit sa taille. Très vite, se pose la question des outils et des processus à mettre en oeuvre pour gérer ces fichiers BCF.

En pratique, des règles de création de ces fichiers peuvent être créées en amont du projet. Inclus sont comme par exemple la liste des tags à utiliser, la définition des états des topics, la définition du niveau de granulométrie des objets du modèle auxquels sont liés ces objets, la segmentation des dossiers en processus métier ou encore les lieux de stockage.

Le développement d'applications Web qui s'appuieront sur la bcfAPI permettront à terme d'outiller et d'automatiser l'implémentation de ces quelques règles. Leur succès tiendra à la compatibilité de leurs interfaces avec les processus métiers mis en oeuvre. Au delà du format du BCF, si des standards émergent au niveau de ces processus, la collaboration BIM rentrera dans une nouvelle dimension.

A ce stade, seule l'approche empirique permettra d'accéder à une formalisation de standards. Il y a donc urgence, commençons à BCFier!

Le développement d'applications Web qui s'appuieront sur la bcfAPI permettront à terme d'outiller et d'automatiser l'implémentation de ces quelques règles. Leur succès tiendra à la compatibilité de leurs interfaces avec les processus métiers mis en oeuvre. Au delà du format du BCF, si des standards émergent au niveau de ces processus, la collaboration BIM rentrera dans une nouvelle dimension.



La bibliothèque Open Source BCFier a permis l'émergence de plugins pour des solutions BIM (ici, BCFier for Revit)

METTRE DES BOTTES AU BIM

**LES BÉNÉFICES DE
METTRE DES
BOTTES AU BIM**

LES BÉNÉFICES DE METTRE DES BOTTES AU BIM

En 2014 et pour la première fois, McGraw Hill Construction a publié un rapport SmartMarket sur l'adoption, l'utilisation et les bénéfices du BIM pour les projets de construction internationaux, intitulé "La valeur du BIM dans la construction sur le marché mondial. Comment les maîtres d'œuvre conduisent-ils l'innovation dans la Modélisation des Données du Bâtiment à travers le monde ?"

La procédure d'activation du BIM sur le terrain -mettre des bottes au BIM-, à travers l'utilisation d'un modèle numérique unique intégré avec une application mobile compatible BIM telle que FINALCAD permet à l'investissement BIM préexistant pour un projet de se prolonger et d'être amené aux phases de construction et au-delà. Cela permet au modèle numérique d'être enrichi durant le cycle de vie de l'ouvrage.

Comme les applications mobiles de construction dédiées à une utilisation pour le terrain, une application mobile compatible BIM peut faciliter une construction plus optimisée, améliorer la communication entre les intervenants, réduire le travail administratif au bureau, permettre travailler hors ligne directement sur le terrain, et fournir un audit clair et pertinent des données visuelles et écrites

Une communication interdisciplinaire améliorée

La particularité des processus de livraison d'un projet est que l'ensemble des parties prenantes, y compris la maîtrise d'œuvre et les sous-traitants, ont besoin de gérer et d'enregistrer les tâches effectuées. Chaque entreprise possède ses propres archives qui très souvent sont dupliquées d'une entreprise à l'autre.

Comme d'autres outils de collaboration autour du BIM, l'application FINALCAD compatible BIM facilite la communication entre tous les intervenants autour d'un modèle central unique. Tous les acteurs du projet ont accès aux mêmes informations : les dérives de qualité, de planning ou de coûts sont communiqués plus tôt et plus rapidement. Lorsqu'il n'y a pas de connexion Internet, il est possible de saisir les données hors ligne et tous les apports et modifications seront synchronisés dès lors qu'une connexion est disponible.

Le rapport McGraw Hill réalisé en 2014 établit que la collaboration avec la maîtrise d'ouvrage et les bureaux d'étude peut être améliorée de 35% avec le BIM. Une autre étude récente relève que 52% des sondés mettent en lumière l'amélioration de la transparence dans les décisions avec l'implémentation du BIM au sein de ces projets. L'amélioration encore plus approfondie des procédures liées au BIM ne peut qu'accroître cette tendance.

Les avantages pour la durabilité

Pendant des années, la documentation du tel-que-construit a formé une archive d'informations largement saisie sur papier (tous types de correspondances, contrats et accords, documents liés aux assurances, aux estimations de coûts, planifications, commandes, factures et formulaires) prenant une place considérable dans les bases-vie et sur le terrain, et impliquant par ailleurs des frais importants de gestion des archives.

L'augmentation des données structurées du terrain mène à une réduction du temps passé au bureau et à la préparation du tel-que-construit. Un chantier libéré du papier devient alors possible en numérisant les énormes quantités d'informations écrites et visuelles amassées pendant la durée de vie de l'ouvrage (rapports, spécifications, plans, modèles, manuels d'exploitation et de maintenance, dossiers des ouvrages exécutés).

L'utilisation de l'app mobile FINALCAD compatible BIM pendant le processus de construction va également de pair avec d'autres processus tels que la préfabrication, la construction modulaire et lean, et les processus d'assemblage qui ont des retombées positives en matière de réduction de matériaux et de déchets.

Des audits de haute qualité et des risques d'accidents réduits

Capturer l'information de façon numérique via l'application FINALCAD compatible BIM sur le chantier améliore la précision du modèle tel-que-construit et minimise les risques de d'accidents sur site. Les photos et plans extraits de la maquette numérique peuvent être annotés sur site pour fournir des éléments précis et non-constestables, fournissant des preuves pour d'éventuels litiges. La double saisie d'information est éliminée, réduisant ainsi le risque d'erreurs et d'incohérences.

Utiliser un modèle numérique unique comme "source unique de vérité" ("single source of truth", SSOT) depuis la conception jusqu'à la construction et l'exploitation permet d'éviter la duplication des modèles et réduit le risque d'erreur. Le rapport McGraw-Hill de 2014 précédemment cité montre que des améliorations de qualité grâce au BIM peuvent aller jusqu'à 41%.

Le plus grand risque d'accident sur chantier restent les chutes. L'utilisation de FINALCAD conjointement avec des contrôles Hygiène Sécurité Environnement (HSE), ou des méthodologies telles que 5S adaptées au chantier, contribue à réduire ce type de risques

Continuité entre les phases

Autre bénéfice du modèle numérique unique est d'établir une continuité, d'une part entre le design et les phases de construction et, d'autre part l'opérationnel et la maintenance, les phases de gestion des installations. Ceci facilite la rétention des données incluant toutes les descriptions et améliore la traçabilité pour tous les acteurs.

Les analytiques Big Data


Grace aux données accumulées à partir des milliers de projets, incluant des millions d'observations, les analytiques prédictifs ainsi que prescriptifs deviennent possibles à travers l'intégration du BIM dans FINALCAD pour le terrain avec un modèle numérique unique.

A partir de l'analyse des informations du tel-que-construit, les dernières tendances peuvent être statistiquement anticipées à l'échelle du site de construction, ou au travers de multiples sites de construction, ou encore au travers une entreprise avec la possibilité de mettre en lumière des secteurs ou lots où des économies conséquentes peuvent être effectuées.

Les bénéfices liés à la productivité

Un modèle numérique unique avec l'utilisation d'une application intégrant une solution BIM pour le terrain comme FINALCAD apporte un bénéfice sur la productivité important. Cela réduit le temps et les coûts liés au travail de la préparation de la documentation du tel-que-construit. Avec l'accès à l'information en temps réel sur le chantier, les incidents qui auraient normalement reporté ou allongé le chantier peuvent désormais être résolus beaucoup plus rapidement.

L'utilisation d'un modèle unique en lien avec une application mobile intégrant le BIM élimine les temps de ressaisie et la duplication, et les coûts associés. Le rapport McGraw Hill de 2014 révèle que le BIM peut réduire jusqu'à 31% de duplication de tâches ; utiliser un modèle unique en lien avec une application mobile compatible BIM ne peut qu'améliorer encore cette réduction.




Seulement **15%** des acteurs de la
construction déclarent utiliser réellement
le BIM en phase de construction

Sondage FINALCAD - Mars 2017

METTRE DES BOTTES AU BIM

ÉTUDES DE CAS



« Avec FINALCAD, on a un bel axe de progrès pour faire vivre la maquette numérique en phase d'exécution. »

Antoine Hiault, Chef de Service Adjoint, Bouygues Bâtiment Ile-de-France Habitat Social

LEDRU ROLLIN IVRY-SUR-SEINE

Projet : Ledru Rollin, Ivry Sur Seine

Type d'ouvrage : logements

Maitrise d'ouvrage : Linkcity, Nexity

Bailleurs : ICF, Parme

Architecte : Cenci & Jacquot

Entreprise générale : Bouygues Bâtiment Ile-de-France Habitat Social

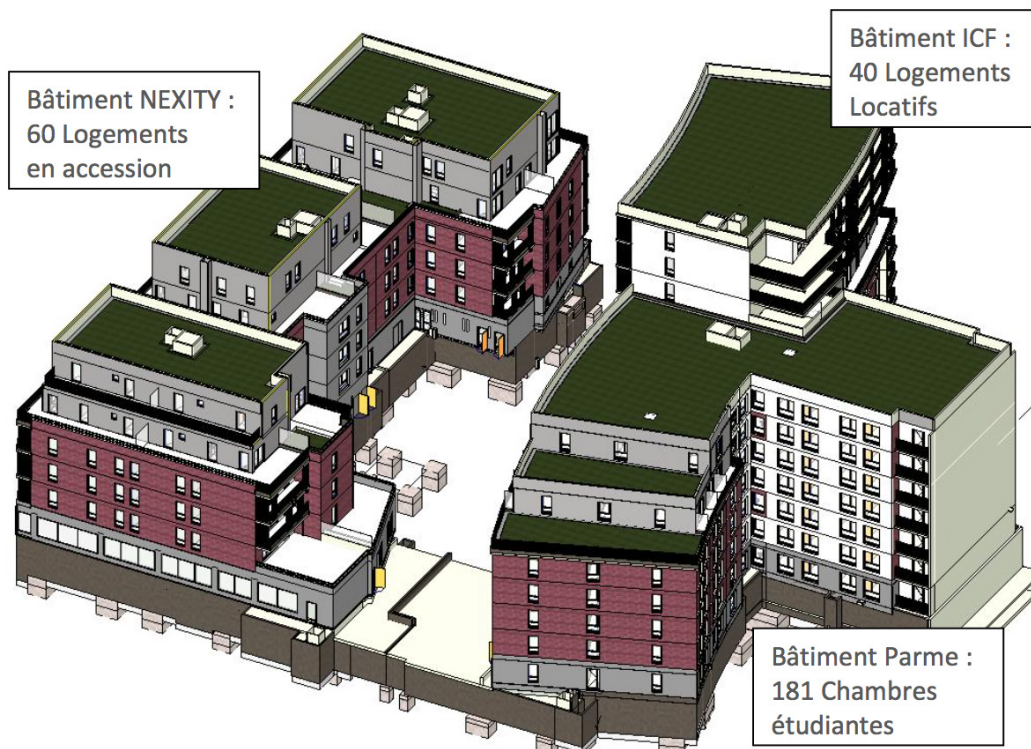
Surface (gros oeuvre) : 19 018 m²

Logement : 16 537 m²

Extérieur, Parking, VRD : 2 959 m²

Date de livraison : Septembre 2016

Le projet Ivry Ledru-Rollin se décompose en deux bâtis de 9 étages et 5 étages respectivement, accueillant 100 logements (40 locatifs et 60 en accession) et 181 chambres étudiantes. Il a été récompensé par le Ministère du Logement en septembre 2015 pour son approche du BIM dans la catégorie "bonnes pratiques".



Modèle 3D et repréage des éléments du projet Ivry Ledru-Rollin

LEDRU ROLLIN IVRY-SUR-SEINE

FINALCAD a accompagné en phase travaux le projet Ivry Ledru-Rollin avec les modules suivants :

- Offre Gros Oeuvre BIM
 - Contrôles qualité avant coulage
 - Suivi de travaux : finition Gros œuvre / après coulage
- Offre Second Oeuvre
 - Suivi de travaux CES : Execution, OPR, Réception
 - Contrôles qualité check-list formulaire : CES
 - Navigation par QR Codes
 - Calques (Plomberie, CVC, électricité)
- Offre Suivi Sécurité Environnement (Gros Oeuvre et Second Oeuvre)

Le projet Ivry Ledru-Rollin a été réparti en 6 projets FINALCAD de contrôles Gros Oeuvre et Second Oeuvre, plus un projet d'expérimentation BIM. 18 types de fiches ont été établis selon le standard Habitat Social (HAS). A ce jour (mars 2016), 4500 contrôles ont été effectués sur le projet.

Infrastructure

- Béton
- Goujons
- Poutres (réservations)
- Cuvelage
- Ventilations

Superstructure

- Support de façade
- Support int. Logement
- Béton
- Huisserie
- Rupteurs
- Balcons
- Chape
- Voile prefa
- Garde Corps
- Jonction ouvrage balcons
- Pente balcons
- Joint de fractionnement
- Scellement siphon
- Menuiseries extérieures

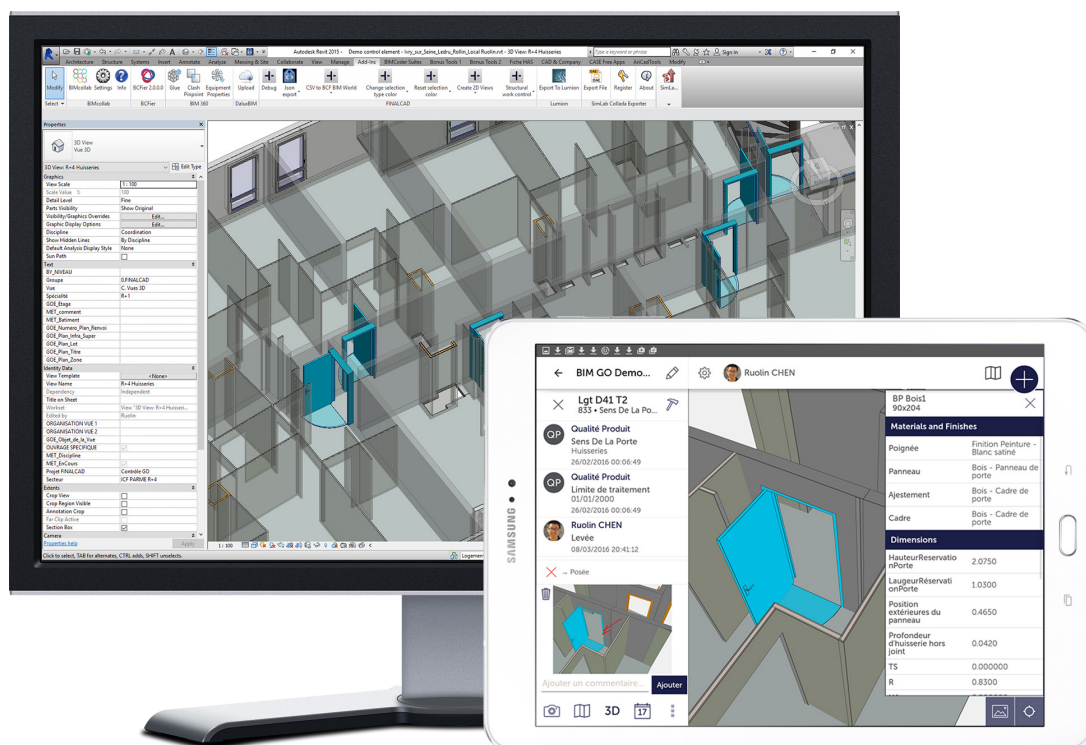
Le projet d'expérimentation BIM

Le projet d'expérimentation BIM est un projet mixte des fiches de contrôle contenant des plans 2D et de vues extraites de la maquette numérique du projet. Les vues sont extraites et exportées depuis Autodesk Revit et les attributs des éléments sont exportés via le plugin "FINALCAD pour Revit". Seuls les attributs essentiels pour les contrôles sont sélectionnés, afin de garder uniquement l'information nécessaire pour une utilisation optimale sur le terrain.

"Aujourd'hui, la maquette numérique reste souvent bloquée en phase d'études. Pourtant sa finalité, c'est bien que tout le monde s'en serve ! Avec FINALCAD, on a un bel axe de progrès pour faire vivre la maquette numérique en phase d'exécution", a déclaré Antoine Hiault, Chef de Service Adjoint, Bouygues Bâtiment Ile-de-France Habitat Social.



Exemple de fiche de contrôle de superstructure (Huisserie)



Sélection d'éléments (huisseries) dans la maquette Revit
Chaque élément peut être annoté ou voir ses paramètres modifiés en fonction des observations faites sur le terrain, puis mettre à jour la maquette numérique en retour.



« FINALCAD nous fournit une méthode nouvelle pour apporter le BIM sur le terrain, en parallèle des contrôles qualité et du suivi d'avancement en temps réel. »

Aoi Atsushi, Chef de Projet CGH Medical Centre, Shimizu Corporation



CHANGI GENERAL HOSPITAL MEDICAL CENTRE, SINGAPOUR

Projet : Changi General Hospital (CGH) Medical Centre, Singapour

Type d'ouvrage : Hôpital

Maitrise d'ouvrage: Ministère de la Santé de Singapour

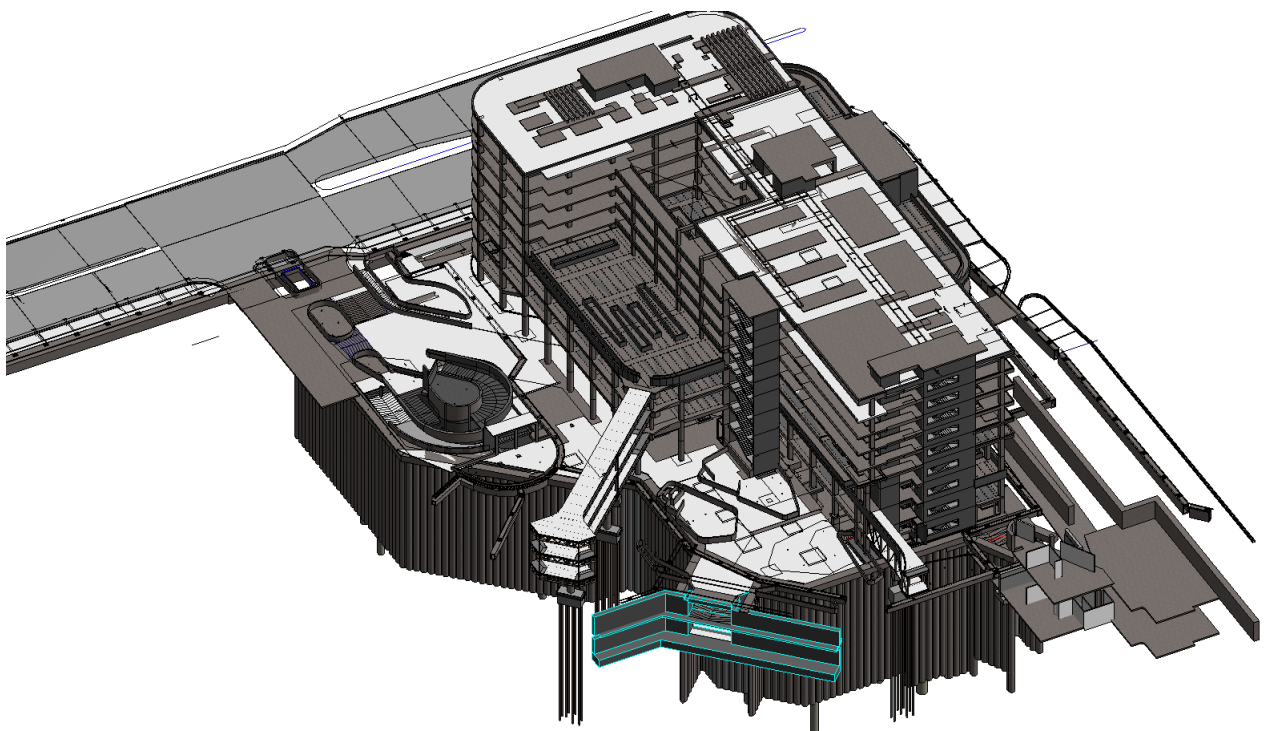
Entreprise générale : Shimizu Corporation / Kimly Construction Pte Ltd

Surface totale : 64 497 m²

Durée du projet : 33 mois

Date de livraison : Juin 2017

Le Changi General Hospital (CGH) Medical Centre est composé de 9 étages et 3 sous-sols (parking). Il a la particularité d'être construit juste à côté de l'hôpital principal qui reste en exploitation pendant toute la durée des travaux. Le CGH Medical Centre accueillera de nombreux services cliniques, avec plus de 130 salles de consultation.



Modèle 3D du projet Changi General Hospital Medical Centre

CHANGI GENERAL HOSPITAL MEDICAL CENTRE, SINGAPOUR

Le BIM a été mis en place lors de la phase de construction et inclus au contrôle qualité gros oeuvre. L'approche prise pendant la phase de gros oeuvre clos-couvert était de s'attacher principalement aux objets nécessaires pour chaque lot (ex: les pieux pour le contrôle qualité) et aux informations qui étaient descendues depuis le modèle BIM. Les données des contrôles qualité ont été collectées depuis le chantier à travers l'utilisation de l'application mobile FINALCAD et ces informations ont été par la suite remontées depuis le terrain vers le modèle.

FINALCAD a accompagné le projet en phase travaux avec les modules suivants :

- BIM en contrôle Gros Oeuvre
 - Contrôles qualité avant coulage
 - Suivi de travaux : finition Gros oeuvre / après coulage
- BIM en suivi CES
 - Suivi de travaux CES : Execution, OPR, Réception
 - Contrôles qualité check-list formulaire : CES
 - Navigation par QR code
- Inspection Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement (HSE)

Contrôle en suivi Gros Oeuvre

La source était un modèle gros oeuvre. Les plans 2D étaient exportés depuis Revit et implémentés dans AutoCAD.

- Un projet d'inspection gros oeuvre (355 observations, 869 images)
- Un projet: Inspection hygiène, sécurité et environnement (153 observations, 219 images)

Contrôle qualité Gros Oeuvre

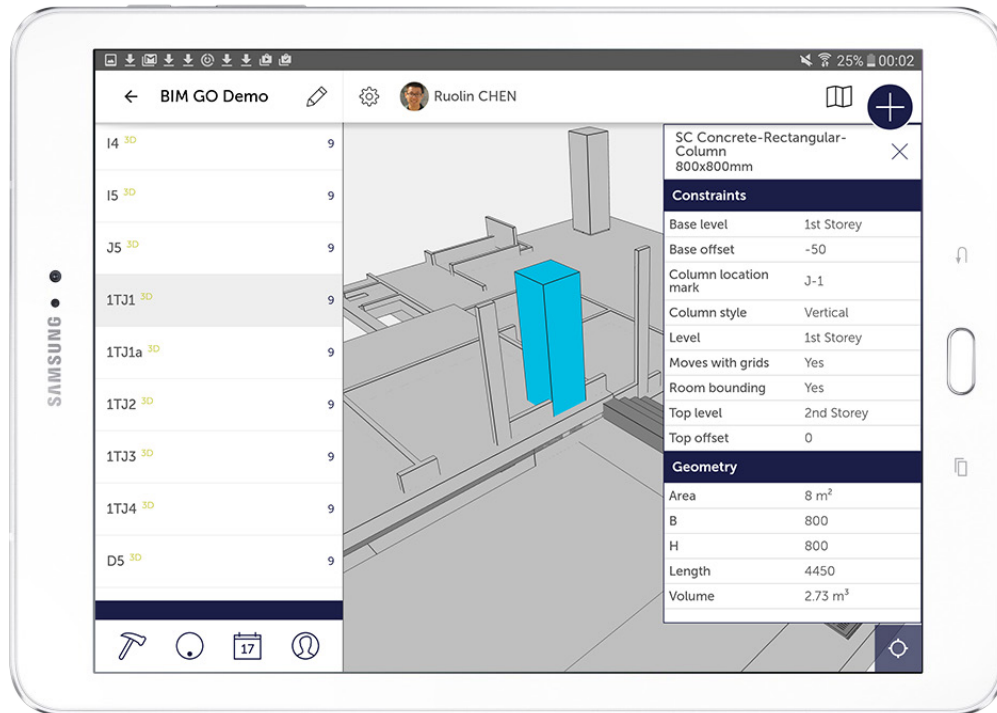
Le contrôle qualité Gros Oeuvre par élément a été scindé en quatre projets FINALCAD et un projet BIM expérimental. Les fondations (pieux), 3 niveaux sous-sol pour parking, et les 9 étages en superstructure ont été couverts dans les projets.

- Un projet de contrôle de pieux (9489 contrôles, 117 images)
- Deux projets de contrôle sous-structure (23179 contrôles 5500 images)
- Un projet de contrôle (513 contrôles, 39 images)

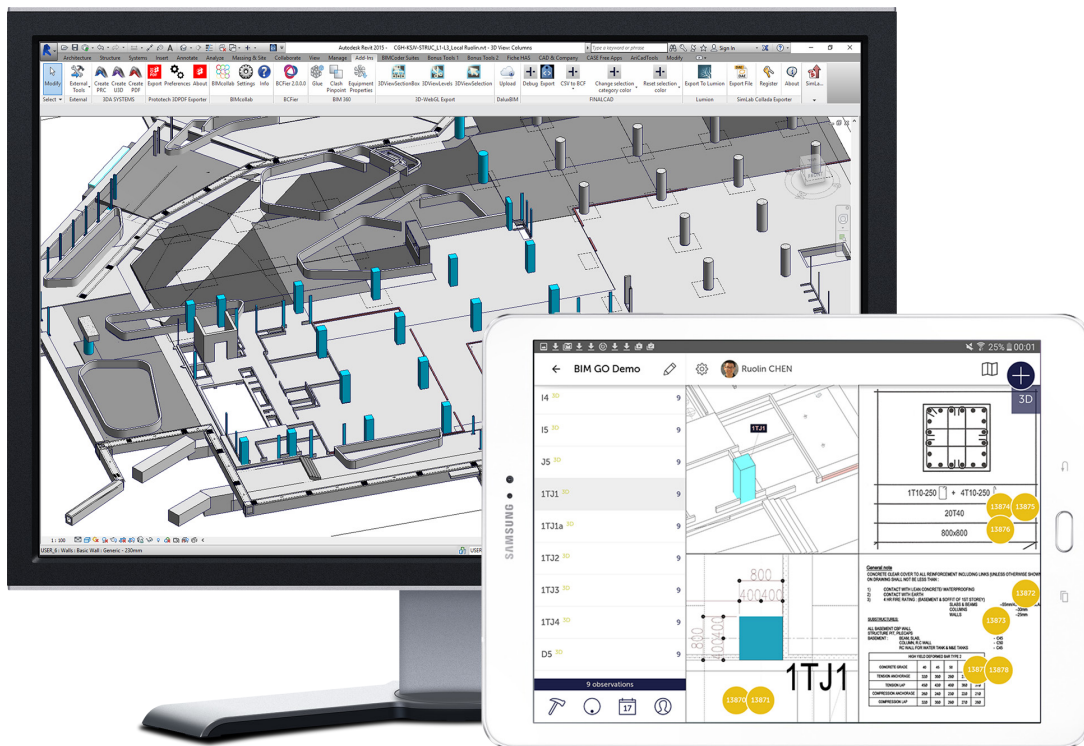
Le projet d'expérimentation BIM

Le projet d'expérimentation BIM est un projet où se mélangent les feuilles de contrôle et les modèles 3D. Les modèles 3D sont extraits et exportés depuis Revit. Les attributs des éléments sont également exportés depuis Revit mais cette fois-ci par le biais du plugin "FINALCAD for Revit". Les attributs essentiels pour les contrôles sont sélectionnés.

"A Singapour, la plupart des projets nouveaux sont complètement conçus avec le BIM. Au-delà de la conception, notre entreprise utilise le BIM au bénéfice des chantiers, avec par exemple la planification de la construction. FINALCAD nous fournit une méthode nouvelle pour apporter le BIM sur le terrain, en parallèle des contrôles qualité et du suivi d'avancement en temps réel." a déclaré Aoi Atushi, Chef de Projet CGH Medical Centre, Shimizu Corporation.



Représentation 3D de chaque colonne et des paramètres associés issus du modèle BIM



Exemple d'une feuille de contrôle qualité d'une colonne et les points de contrôle associés

CONCLUSION

En tant qu'acteur impliqué dans la transition numérique du BTP, FINALCAD peut apprécier la dynamique de changement actuellement à l'oeuvre dans notre industrie. Le BIM est au coeur de ces changements de paradigme, à la condition qu'il soit utilisé par tous les acteurs de la construction sans exception.

Un sondage BIM réalisé par FINALCAD* met en évidence le souhait fort des acteurs de la construction de faire sortir le BIM de la phase études pour l'amener sur le terrain en phases de construction et d'exploitation: 99% d'entre eux pensent que le BIM devrait être utilisé en phase de construction, et 97% pensent de même pour la phase d'exploitation. Pourtant, ils sont seulement 15% à déclarer utiliser réellement le BIM en phase de construction, et 7% en phase d'exploitation. La plupart d'entre eux -34% et 54% respectivement- n'exploitent pas du tout le BIM durant ces phases.

L'envie est donc assurément là, mais les bonnes intentions se confrontent rapidement à la réalité et les freins à la descente du BIM sur le terrain. Nous sommes convaincus que la proposition de FINALCAD pour le BIM sur le terrain, avec une approche accessible, adaptée à chaque intervenant, apportera des solutions pour rendre enfin le BIM utile pour tous.

Ensemble, mettons des bottes au BIM !



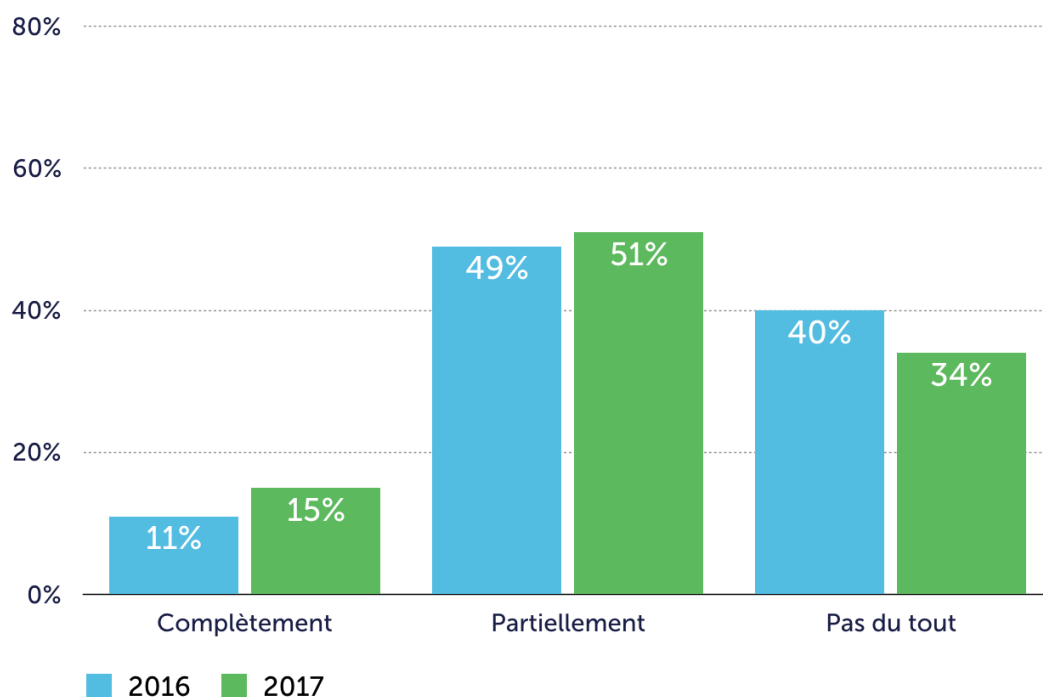
Je viens de découvrir les possibilités du BIM et je ne demande qu'une seule chose... faire du BIM !

Le BIM doit à mon sens être l'outil de la conception à la fin de vie du bâtiment, du moins dans la théorie. Ma structure de MOA n'est pas encore impliquée/équipée/formée, elle le sera courant 2017.

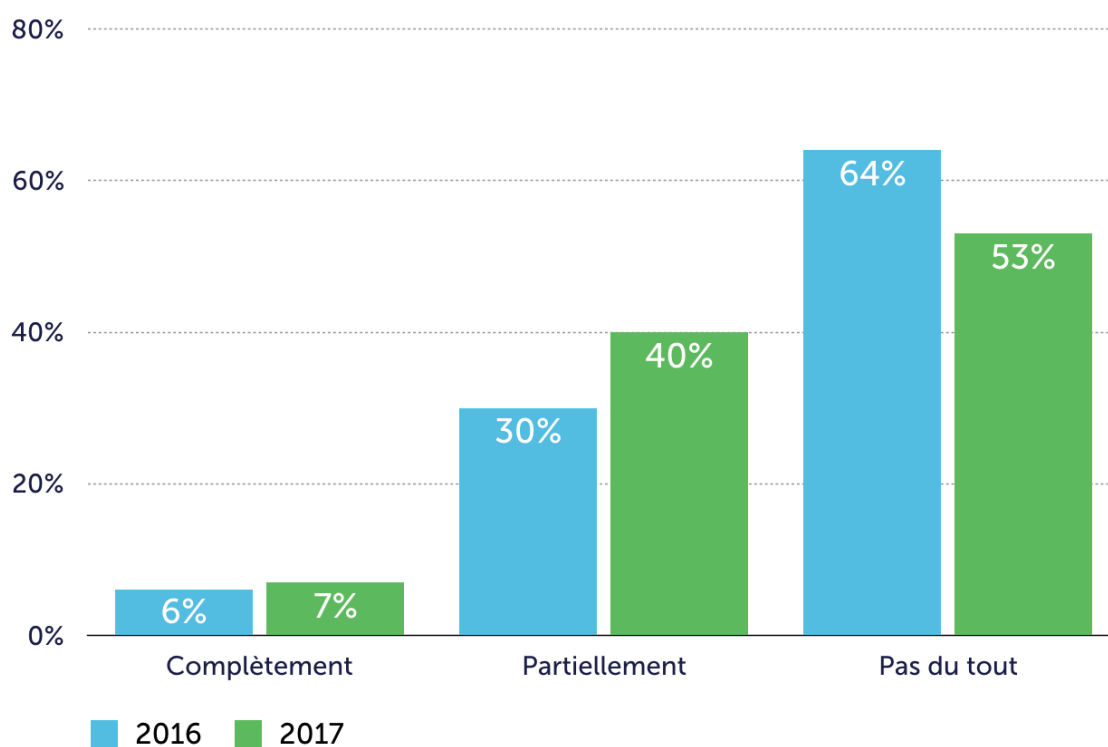
C'est la phase d'exploitation qui tirera la charrette du BIM en France. Il faut motiver les maîtres d'ouvrage qui sont par définition source de la commande.



Utilisez-vous le BIM en phase de construction ?



Utilisez-vous le BIM en phase d'exploitation ?



CONCLUSION

Dans le cadre du sondage* "Mettre des bottes au BIM" nous avons collecté de nombreux messages et retours d'expérience sur les niveaux de perception et d'adoption du BIM en France. La plupart des acteurs interrogés reconnaissent la pertinence du BIM, et qu'il va transformer les méthodes de travail et les interactions entre parties prenantes.

Plusieurs pensent que les maîtrises d'ouvrage seront un moteur important pour l'adoption avec l'émergence du BIM exploitation. Parmi les freins cités, on retrouve le plus souvent le manque de formation, et l'accessibilité : le BIM est toujours perçu comme difficilement accessible pour les petits acteurs.

Le risque de fracture numérique est réel, c'est pour cela que FINALCAD a toujours veillé à rendre ses outils accessibles à tous, car nous sommes convaincus que la vraie transformation numérique vient du terrain.



Le principal frein aujourd'hui pour intégrer le processus BIM au sein des organisations est le manque de retours d'expérience concrets et chiffrés. Il est difficile de réaliser des investissements sans savoir ce que l'on gagne en retour, surtout dans le contexte économique actuel.

En tant qu'architecte, nous utilisons le BIM surtout en conception, avec des logiciels types Revit. En construction, c'est le manque d'équipement BIM des entreprises qui est problématique.

En temps que MOE et AMO, je suis convaincu des atouts et opportunités du BIM. Je souhaite accompagner mon client dans la conduite du changement en développant des solutions avec le BIM en construction puis en exploitation et maintenance.

AMO, j'ai tout intérêt à argumenter pour mon client l'utilisation du BIM en phase construction (pour assurer une mise à jour de la maquette en chantier) et d'intégrer le plus en amont possible les besoins de la MOA (pour cibler le format de restitution le plus adéquat à l'utilisation future du bâtiment/de la maquette numérique).

Le BIM est une révolution pour le métier d'architecte, il faut du temps pour tout mettre en place et former les architectes plus âgés.

La transition BIM est vraiment difficile lorsque les interlocuteurs sont à la traîne et réclament des exports DWG/PDF/DWF en masse !

Le BIM en exploitation ne doit pas concerner uniquement la partie gestion de patrimoine mais doit englober maintenance et pourquoi pas les services.

L'échelle de mes projets est trop petit pour utiliser le BIM, et je crains qu'il ne soit utilisé à des fins destructives pour les petits.

C'est encore flou. Les normes ne sont pas complètement validées. C'est un pari de mettre le pied dedans alors que beaucoup de choses peuvent changer du jour au lendemain.



RÉFÉRENCES

Références de citation

"Building Information Modeling - BIM in Current and Future Practice" - Karen Kensek and Douglas Noble, Wiley 2014 ISBN: 978-1-118-76630-9

"A Paradigm Shift in Construction Thinking and Delivering to the New Government Strategy" - Neil Thompson, Southbank University, London, UK, 2010

"A systematic approach for developing an as built schedule for construction project"- (UTM), Malaysia, 2006

"BIM for Facility Managers" - IFMA, Wiley 2013 ISBN: 978-1-118-38281-3 (translated to French by Véronique du Peloux)

Crédits d'image

GRAPHE 'CLIFF EDGE'

"Un Changement de Paradigme dans la Réflexion et Livraison de la Construction par rapport à la Nouvelle Stratégie de Construction du Gouvernement" Neil Thompson 2010

Bew Richards MODELE DE MATURITE BIM 2008

"Bew-Richards Modèle de Maturité BIM", Mark Bew, Mervyn Richards OBE, UK 2008

BIM BAM BOOM

Patrick MacLeamy, CEO HOK et Président de buildingSMART International Alliance for Interoperability

Répartition entre données et géométrie pendant les phases de conception, construction et maintenance

"BIM pour Gestionnaires d'installations" - IFMA, Wiley, US, 2013 ISBN: 978-1-118-38281-3 (infographie traduit en français par Véronique du Peloux)

MODELE 3D ET REPERAGE DES ELEMENTS DU PROJET IVRY LEDRU-ROLLIN

Projet de fin d'études: Rapport Final: "Production et développement de la maquette numérique: Synthèse, en accord avec la conception multi-métiers" - Institut National des Sciences Appliqués (INSA)

Images de couverture : Adobe Stock.

Autres références en langue anglaise

"NBS International BIM report 2016" - NBS, UK, 2016

"The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets : How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling" - McGraw Hill Construction US, 2014

"BIM Implementation – Global Strategies" - Dr David Smith, University of Technology Sydney, Australia, 2014

"European Directive 2014/24/EU" - The European Parliament and Council 2014

"BIM for Facility Managers" - International Facility Managers' Association (IFMA), Wiley, US, 2013 ISBN: 978-1-118-38281-3 (translated to French by Véronique du Peloux)

"BIM Overlay to the Outline Plan of Work" - RIBA, UK, 2012

"Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy" - Government Construction Client Group (GCCB) known as the BIM Task Group, UK, 2011

"Integrated Project Delivery Guide" - The American Institute of Architects (AIA) National Council and AIA California Council, US, 2007

"Modelling multiple views in Buildings. Automation in Construction," G van Nederveen and F Tolman from TNO Construction Research, Delft University of Technology, Holland, 1992

"Graphical Language for Interactive Design" (GLIDE) Charles M Eastman and Max Henrion, Carnegie Mellon University (CMU), Pittsburgh, Pennsylvania, US, 1977

"The use of Computers instead of Drawings in Building Design" - Charles M Eastman, Carnegie Mellon University (CMU), Pittsburgh, Pennsylvania, US, 1974

"Notes on the Synthesis of Form" - Christopher Alexander, Harvard University Press, US, 1964 ISBN 0-674-62751-2

"Augmenting Human Intellect - A Conceptual Framework" - Douglas C Engelbart Stanford Research Institute, California, US

REMERCIEMENTS

FINALCAD souhaite remercier pour leur contribution à ce livre blanc :

Pierre Mit [President de Mediaconstruct], **Guersendre Nagy** [Responsable communication de Mediaconstruct]

Nick Tune [CEO CoBuilder International, Board Member buildingSMART UK]

Patrick MacLeamy FAIA, LEED AP [Chairman + CEO, Executive Committee and Board Member HOK]

Mervyn Richards OBE (for services to BIM and the Construction Industry) [Director/Partner Avanti Partnership, Member of buildingSMART UK]

Mark Bew FICE FRICS [Chairman PCSG]

Neil Thompson CIOB (Chartered) IET (Member) [UK Head of Digital Research & Innovation Balfour Beatty Plc]

Véronique de Peloux [Managing Director B2BIM, Bim Management AI2B - Astus Construction & Eskal Eureka]

International Facility Management Association (IFMA)

Karen Kensek March, SB [Assistant Professor University of Southern California (USC)]

Douglas Noble Ph.D., FAIA [Chair - Ph.D. Program in Architecture, Discipline Head for Building Science, Associate Professor, University of Southern California (USC)]

Dr. Zubair Ahmed Memon - [Associate Professor, Prince Sultan University, Riyadh, Pakistan]

Muhd Zaimi Abd Majid - [Professor of Civil Eng., (Universiti Teknologi Malaysia) University of Technology of Malaysia (UTM)]

Nur Izzi Md. Yusoff - [Senior Lecturer, Universiti Kebangsaan, Malaysia]

Dr. Mushairry Mustaffar - [Associate Professor, (Universiti Teknologi Malaysia) University of Technology of Malaysia (UTM)]

Atsushi Aoi - Chef de Projet CGH Medical Centre, Shimizu Coiporation

Antoine Hiault - Chef de Service Adjoint, Bouygues Bâtiment Ile-de-France Habitat Social

Olivier Celnik - Architecte DPLG, co-auteur du livre «BIM et maquette numérique»

MARQUES DÉPOSÉES

FINALCAD, FINALBIM sont des marques déposées de FINALCAD SAS.

GRAPHISOFT, ArchiCAD sont des marques déposées de GRAPHISOFT SE.

Autodesk et Revit sont des marques ou des marques déposées de Autodesk, Inc., aux États-Unis et dans d'autres pays.

CATIA est une marque déposée de Dassault Systèmes ou ses filiales aux États-Unis et dans d'autres pays.

Les autres noms peuvent être des marques déposées de leurs propriétaires respectifs.





FINALCAD

CHANGER LA FAÇON DE CONSTRUIRE

PARIS • LONDRES • SINGAPOUR

www.finalcad.com