

Nos remerciements aux personnalités qui ont apporté leur contribution dans l'intérêt commun d'une transformation numérique réussie et bénéfique du bâtiment, des villes et des territoires.

Jean-Yves Bresson, *directeur Almadea, AMO numérique auprès des maîtres d'ouvrage*

Christophe Castaing, *codirecteur du projet de recherche MINND, président de l'Infra-Room buildingSMART*

Jacques Chanut, *président de la Fédération française du bâtiment (FFB)*

Marie-Claire Coin, *représentant EGF.BTP au CEN sur les IDM*

Bertrand Delcambre, *président du Plan de transition numérique dans le bâtiment*

Philippe Estingoy, *directeur général de l'Agence Qualité Construction (AQC)*

Bernard Ferrières, *coordinateur technique France dans buildingSMART*

Frédéric Grand, *responsable Product Room Mediaconstruct-AIMCC représentant la France dans buildingSMART*

Marie-Françoise Guyonnaud, *présidente de Smart Use*

Hervé Halbout, *spécialiste SIG et BIM*

Frank Hovorka, *MRICS et membre du comité de pilotage stratégique du Plan de transition numérique du bâtiment*

Sylvain Kubicki, *Luxembourg Institute of Science and Technology (List)*

Morgan Lefauconnier, *doctorante*

Christophe Merienne, *président de la commission juridique de Syntec Ingénierie*

Pierre Mit, *président de Mediaconstruct*

Christophe Morel, *directeur du PTNB*

Jean-Daniel Napar, *président du syndicat ACR et de l'association BACnet France, vice-président de KNX France*

Philippe Pelletier, *président du Plan bâtiment durable*

Xavier Pican, *avocat associé – Lefèvre Pelletier & Associés, missionné par le PTNB pour un rapport Droit du numérique et bâtiment*

Alain Sevanche, *directeur des programmes BIM World*

Olivier Sez nec, *expert numérique*

Souheil Soubra, *représentant de la France à l'EU BIM Task Group*

Julien Soula, *chef de la division maquette numérique et ingénierie concourante – CSTB*

Édito

BIM World fédère et accompagne l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur de la construction, de l'immobilier et de l'aménagement avec :

- l'événement pour favoriser le développement du marché et proposer un panorama « BIM-Centric[®] », le plus important au monde, des technologies et des applications du BIM et du digital pour les bâtiments, les villes et les territoires ;
- un « espace interprofessionnel du BIM » réalisé avec des institutions, associations et organisations professionnelles pour accompagner la mutation des filières ;
- le guide *BIM-Centric[®] : catalyseur au cœur de la transformation digitale* pour fournir des repères et mieux appréhender les enjeux et points de vigilance de la transformation digitale ;
- un réseau européen « Start-up & Innovation digitale » mis en place pour valoriser les initiatives et présenter les nouveaux services et les nouveaux usages nés du BIM et de son intégration dans les bâtiments et les villes augmentés et connectés.

L'aventure ne fait que commencer : le BIM est maintenant devenu une réalité en France et ouvre des perspectives d'innovation et de création d'emplois considérables.

Merci à nos partenaires et à tous les acteurs publics et privés qui permettent de structurer et développer le marché de la « construction digitale ».

Richard Ferrer, *président de BIM World*

Sommaire

Points de vue	2
Mieux comprendre le BIM	5
Le BIM concrètement	10
Le BIM et au-delà	14
Les 12 principes clés	18
Paroles d'experts	
– Immobilier et modèle économique	20
– Responsabilités, droit et qualité	24
– Progrès et innovation	28
Abécédaire du BIM	32

© 2016 - Toute reproduction interdite, même partielle, sans l'autorisation de Beyond Event et Mediaconstruct, et des contributeurs du manifeste *Conduire la transformation digitale pour la construction, l'immobilier et l'aménagement urbain*.

Crédits photos : Fotolia • DR • CSTB - Florence Joubert • Avril 2016

Édité par

Avec le concours de

BIMWORLD
www.bim-w.com

MEDI@CONSTRUCT
Le chapitre français de **buildingSMART**
International Home of openBIM.

Et le soutien de la Fédération française du bâtiment

Le digital, support de communication et de formation, mais aussi outil d'optimisation

Le groupe de travail « BIM et Gestion du patrimoine » du Plan bâtiment durable, qui a remis son rapport en mars 2014, a été suivi par un groupe de travail chargé de préfigurer la « carte Vitale » du logement, aujourd'hui rendue obligatoire par la loi relative à la transition énergétique et à la croissance verte. Ces rapports ont trouvé un écho opérationnel dans le lancement du Plan de transition numérique dans le bâtiment.

Le déploiement de la maquette numérique est un enjeu majeur pour la filière, qui nécessite un accompagnement et des formations adaptées. Le numérique est déjà largement utilisé par la filière, et c'est en cela que c'est également un outil de formation adapté, notamment à travers des outils tels que les MOOC. La future plateforme MOOC Bâtiment durable, portée par l'Ademe et le Plan bâtiment durable, permettra de former massivement les filières bâtiment et immobilier afin de poursuivre et amplifier le mouvement du secteur vers des

bâtiments durables. Quant au carnet numérique de suivi et d'entretien du bâtiment – qui regroupera l'ensemble des informations utiles à la bonne utilisation, à l'entretien et à l'amélioration progressive de la performance énergétique du bâtiment –, les plans bâtiment durable, régionaux et le réseau Inter-Clusters seront des relais utiles pour l'expérimenter localement.

Le numérique amène une nouvelle façon de travailler pour la filière, plus collaborative, et il embarque les occupants du bâtiment dans sa connaissance et son pilotage, ce qui va favoriser une maîtrise des usages et un ajustement des comportements. Pour les filières bâtiment et immobilier, la transformation digitale représente une fabuleuse opportunité, aussi bien en tant que support de communication et de formation des acteurs que comme un outil de meilleure maîtrise patrimoniale, architecturale et technique du bâtiment.

Philippe Pelletier,
président du Plan bâtiment durable

Clés de la transformation numérique : sensibilisation collective et progressive

L'usage de la maquette numérique et du BIM (Building Information Modeling) est désormais à la portée de tous les professionnels du bâtiment équipés d'ordinateur ou/et de tablettes et fonctionnant en réseau. Les gains de temps et de qualité apportés par ces outils et processus seront au rendez-vous, à condition que les uns et les autres acceptent de fonctionner le plus possible en toute transparence et en mode collaboratif, pour que le projet puisse s'enrichir sans à-coups grâce aux travaux menés en parallèle par les différents intervenants ; cela suppose, bien sûr, des logiciels interopérables et des standards ouverts et largement utilisés pour toutes les données techniques, mais cela signifie également l'acceptation par tous les acteurs d'un projet de « règles du jeu collectif » qui encadreront les rôles, interventions et responsabilités et qui seront rassemblées au départ des projets dans ce qu'on appelle les « conventions BIM » ; un guide sur ce sujet est d'ailleurs publié par l'association

Mediaconstruct. Une fonction de « BIM management » devra être assurée pour gérer la synthèse et préparer les arbitrages nécessaires tout au long des projets... Cette transition numérique n'est pas seulement une évolution nécessaire compte tenu de l'arrivée de nouveaux outils, elle appelle aussi et surtout une évolution forte des pratiques.

Le déploiement du numérique pour tous suppose une prise de conscience à tous les niveaux des potentiels de progrès de cette transition : les territoires et collectivités ont un rôle essentiel à jouer, pour que, un peu partout en France, le numérique s'impose à toutes les échelles des projets. Contrairement aux choix d'autres pays, l'initiative du gouvernement français, souhaitée par les professionnels, repose essentiellement sur le principe de la sensibilisation collective et progressive : il faut encourager et accompagner les expériences, valoriser les bonnes pratiques et stimuler les prises d'initiatives.

Bertrand Delcambre,
président du Plan de transition numérique dans le bâtiment



Construire le BIM ensemble

Le BIM est aujourd'hui au cœur de tous les débats. Pour certains, c'est une solution idéale qui améliorera la qualité et réduira les coûts. D'autres le voient comme une menace pour les petites structures.

Le degré de connaissance et d'adoption du BIM n'est pas le même chez tous les acteurs de la construction. Pour les entreprises, les critères de taille et de corps d'état sont importants, mais ce ne sont pas les seuls. Ce qui est certain, c'est qu'à ce jour un grand nombre d'acteurs, y compris les entreprises, ne savent pas ce qu'est le BIM. Il n'y a pas une seule façon d'intégrer le BIM dans sa structure. À chacun de regarder le potentiel du BIM en fonction de ses outils numériques, de ses besoins en informations techniques, des marchés ou des prestations visés, en vue de l'adopter dans ses pratiques professionnelles. Visualisation, récupération des métrés, préfabrication d'éléments de structure, détection d'interférences... : commencer à intégrer la démarche BIM dans son entreprise, c'est le premier pas à faire. Le BIM aujourd'hui se construit à partir de multiples expériences – à mutualiser –, auxquelles l'ensemble des entreprises de bâtiment doivent participer activement. Le BIM facilite notre travail, une occasion d'être plus au cœur de nos expertises métier pour mieux conduire nos projets : un gain qualitatif essentiel.

Nous sommes à un moment crucial où il nous faut agir au risque de subir. Les entreprises doivent s'emparer du BIM pour être doublement gagnantes : conserver leurs prérogatives – de prescription et de variantes – et s'ouvrir à de nouvelles prestations. Si le BIM, c'est construire virtuellement avant de construire physiquement, la place des produits et systèmes dans le BIM est essentielle pour les constructeurs. D'une part, nous avons besoin d'objets génériques pour conserver une liberté de prescription et de choix. D'autre part, nous avons besoin que les catalogues des fabricants et des industriels se connectent à la maquette, nous facilitant devis et approvisionnement, voire mise en œuvre. Enfin, nous avons aussi besoin de nous appuyer sur des normes françaises, voire internationales – d'interopérabilité ou de process, par exemple –, pour assurer un déploiement général du BIM.

La mise en place du BIM s'effectue donc aujourd'hui étape par étape, comme l'appropriation de la micro-informatique il n'y a pas si longtemps. La sensibilisation et la formation sont primordiales pour cette montée en compétences numériques, notamment pour les équipes en place. Le BIM s'imposera à terme, y compris sur les petits chantiers et jusqu'à l'exploitation et la démolition. Quand il sera assimilé par tous, il permettra assurément de mieux travailler ensemble, de mieux gérer les interfaces et de générer des gains de productivité : un changement culturel qui conduit à partager avec d'autres professionnels, sans pertes de prérogatives. Aujourd'hui, formation et expérimentation sont les deux maîtres mots pour l'ensemble des acteurs.

Les pouvoirs publics ont pris la mesure de l'enjeu en lançant le plan de transition numérique dans le bâtiment, mais surtout en laissant en France les acteurs libres de son déploiement, puisque la démarche est totalement volontaire. Il y aura un avant et un après-BIM : pour y parvenir, encore faut-il se fonder sur les savoir-faire des différents acteurs et adapter cette évolution aux spécificités de notre marché national, héritées de l'histoire. À ces conditions seulement, le BIM nous permettra de mieux collaborer et de mieux utiliser les talents de chacun pour apporter plus de qualité au client final. LE BIM NE SAURAIT ÊTRE QUE POUR TOUS ET PAR TOUS!

Jacques Chanut,

président de la Fédération française du bâtiment (FFB)

Pour la démocratisation du BIM

Mediaconstruct, association loi 1901, existe depuis 1989. Traitant d'abord de la dématérialisation des données administratives dans la construction, elle s'engage dans la dématérialisation des données techniques en 1996 en devenant la délégation française de building-SMART. Mediaconstruct a donc fait le choix de l'openBIM, alors qu'en France le mot BIM ne signifiait encore rien !

L'openBIM, c'est comme le « coca-cola », boisson couleur caramel à bulles mise en bouteilles par différentes marques, dont Coca-Cola. L'openBIM – ce n'est pas un logiciel –, cela signifie seulement qu'un professionnel avec son logiciel de modélisation pourra échanger avec un autre intervenant du projet qui travaille avec un logiciel de modélisation différent. L'openBIM est basé sur une norme d'échanges, l'ISO-IFC, pour l'interopérabilité des logiciels.

Le BIM n'est pas franco-français au regard des enjeux normatifs européens et internationaux, mais aussi des stratégies gouvernementales déployées de par le monde. C'est pourquoi Mediaconstruct est impliquée dans la normalisation du BIM, source de confiance.

Forte de la valeur « openBIM », notre association poursuit deux actions fondamentalement liées : que tous les acteurs de la construction, quelle que soit la taille des entreprises, puissent s'emparer du BIM, d'abord dans leurs pratiques professionnelles, ensuite pour échanger entre intervenants d'un projet. Car l'équation est la suivante : il n'y a pas d'échanges de données techniques modélisées sans généralisation de l'usage de la maquette numérique.

Vous comprendrez ainsi mieux le credo de Mediaconstruct : le BIM pour tous et le BIM ensemble !

Pierre Mit, président de Mediaconstruct

La France, acteur reconnu du BIM en Europe

Pour accompagner la transposition de la directive européenne, la CE apporte son soutien au EU BIM Task Group, qu'elle dote d'un financement pour deux ans (2016-2017).

Difficultés rencontrées, solutions adoptées, réel taux d'utilisation, retour sur investissement, au niveau national mais aussi des différentes professions... À l'heure actuelle, il est difficile de disposer d'une information fiable et claire sur le développement « terrain » du BIM dans chaque pays européen. Une donnée pourtant essentielle pour la transposition réaliste de la directive européenne au niveau de chaque État. C'est pourquoi le premier travail de l'EU BIM Task Group sera de rassembler les bonnes pratiques de chaque pays pour en faire un guide à destination de la commande publique.

Membre du comité de pilotage, la France a d'ores et déjà fait passer deux messages pour les orientations de ce guide :

- que les travaux ne soient pas seulement axés sur l'approche d'ingénierie intégrée, qui n'est pas commune à tous les États membres ;

- que soit prise en compte l'articulation des processus conception-construction-exploitation avec l'intégration des éléments constructifs (soit la question du lien entre les composants et systèmes constructifs, d'une part, et le BIM, d'autre part).

La mise en cohérence des axes de développement du BIM en France par le Plan de transition numérique, la contribution française aux différentes instances traitant de la normalisation du BIM et son implication très en amont dans l'EU BIM Task Group placent la France dans le peloton de tête des nations du BIM. La cérémonie d'ouverture de la réunion de l'EU BIM Task Group de février 2016 en témoigne : la CE a invité la France à s'exprimer aux côtés du Royaume-Uni et de la Norvège.

Souheil Soubra,
*représentant de la France à
l'EU BIM Task Group*

En janvier 2014, la Commission européenne (CE) a publié une directive encourageant les États membres à utiliser les outils numériques, et en particulier le BIM, dans la commande publique. Ces États membres peuvent ensuite décider, en transposant cette directive dans leurs législations nationales, d'encourager, de spécifier ou de rendre obligatoire l'utilisation de ces outils numériques et du BIM.



Un manifeste pour la transformation digitale

Comme tous les autres secteurs de l'industrie l'ont déjà fait, les filières de la construction, de l'immobilier, de l'aménagement urbain et de l'exploitation entament à leur tour leur « transformation digitale ».

La particularité de ces filières est que, depuis les industries de pointe jusqu'aux artisans, elles mobilisent des techniques, des technologies et des métiers innombrables tout au long de la vie d'ouvrages, d'équipements et d'aménagements qui façonnent notre cadre de vie et modifient l'environnement.

Leur « transformation digitale » doit passer donc par l'intégration et le partage des « avatars numériques » de ces ouvrages, infrastructures et aménagements au cœur des métiers, des outils et des usages; les chaînes de valeur et des processus de travail plus collaboratifs vont se réorganiser autour des données.

Les ouvrages eux-mêmes vont être repensés, modélisés, conçus et exploités en prenant en compte un environnement augmenté des données délivrées par les objets connectés et les environnements/systèmes dans lesquels ils s'insèrent. Le numérique au service de la créativité peut ainsi contribuer à la conception d'architectures plus contextuelles, en interaction avec leur environnement, centrées sur l'occupant, porteuses de services et d'activités.

La production, le partage, la sécurité, la maintenance des données de ces « avatars », ainsi que la capacité de les utiliser et interpréter (on parle de science des données), portent bien des enjeux considérables, qui touchent à la modernisation des métiers, la compétitivité, l'innovation, l'attractivité des territoires et nos modes de vie.

C'est dans la perspective de relever ensemble ces défis, que des experts reconnus se sont réunis pour vous proposer une vision BIM-Centric[®] – des fondamentaux du BIM aux applications – et douze principes à partager dans l'intérêt général.

Alain Sevanche, *directeur des programmes BIM World*



Mieux comprendre le BIM

C'est quoi le BIM ?

Si en France on a essayé d'unifier la traduction – « bâtiment et informations modélisées » –, l'acronyme anglais signifie en fait trois choses distinctes :

- la **maquette numérique** du bâtiment (MN) = *Building Information Model* ;
- les **méthodes** de travail pour concevoir numériquement et de manière collaborative un bâtiment = *Building Information Modeling* ;
- la **gestion** des échanges et des données du bâtiment modélisé = *Building Information Management*.

Le BIM, c'est de la 3D en somme ? Non. La maquette numérique est une représentation graphique 3D alimentée par **les caractéristiques physiques et fonctionnelles** du bâtiment à construire. En effet, le professionnel ne manipule plus de simples lignes ou traits, mais des composants (mur, porte, fenêtre, toit, etc.) qui véhi-

culent leur géométrie mais aussi leurs propriétés dimensionnelles, techniques, réglementaires... C'est pourquoi l'on parle d'**objets intelligents et de maquette numérique 3D sémantisée**.

Ainsi, contrairement au CAD (CAO 2D), le BIM possède une **base de données** pouvant être interrogée et exploitée de plusieurs manières. Si le M de BIM a plusieurs interprétations, toute la richesse et la valeur ajoutée du BIM résident donc bien dans sa lettre centrale – le I – **pour informations**.

Vous l'aurez compris, le BIM n'est donc ni un logiciel, ni une marque, ni un format informatique. Le BIM, c'est construire virtuellement un projet sous la forme de maquettes numériques, selon des processus collaboratifs (on dit aussi « concourants »), en constituant une base de données du bâtiment numérique dont le niveau de développement (LOD) varie selon les phases de l'opération.

Le BIM : de la 3D au cycle de vie du bâtiment

Les trois dimensions **géométriques** X-Y-Z sont la base de la modélisation. C'est la dimension physique de la maquette numérique (BIM 3D). On peut y ajouter la notion de « **temps** » (ex. : planning, calendrier d'un projet ou avancement d'une phase de construction) : c'est la dimension systémique de la maquette numérique (4D). La dimension patrimoniale de la maquette numérique, à savoir des informations « **financières** » (ex. : estimation des coûts, aperçu budgétaire d'un projet à un instant T), peuvent également être intégrées : on parle alors de 5D. Quant à la dimension vitale de la maquette numérique – la 6D –, il s'agit des données utiles sur le **cycle de vie du bâtiment** (énergétiques et environnementales, par exemple). On observe ainsi qu'il n'y a pas de limites à la base de données de la maquette numérique, qui pourrait aussi contenir des indications juridiques ou sociales. Le BIM, c'est donc beaucoup, beaucoup d'informations possibles, structurées et organisées dans une maquette 3D : c'est du big data !

Illustration spécifications des LOD

Niveau de détail	Contenu représentation	Niveau de représentation
1 Esquisse		Paroi représentée par un trait
2		Paroi représentée par volume simple
3		Paroi représentée par volume simple avec composition
3 Etis		Paroi représentée par x éléments indépendants
4		Paroi représentée par une décomposition des x éléments en sous-éléments proches de la réalité constructive
5 Exécution		Paroi composée d'objets équivalents à la réalité constructive

Il existe différents niveaux de développement (ND ou LOD) – c'est-à-dire niveau de détail et niveau d'information – attendus pour les éléments constitutifs de la maquette numérique : on parle plus simplement de granulométrie de l'information. Une notion essentielle définissant les livrables en BIM pour chaque intervenant et pour chaque phase du projet.

Faire du BIM, c'est travailler tous ensemble sur la maquette numérique unique d'un projet ?

C'est une des possibilités : c'est ce qu'on appelle le « BIM centralisé », ou le niveau 3 du BIM. Mais cela suppose des usages, des technologies, des pratiques contractuelles très poussées et peu répandues à ce jour. Pour parvenir à cet objectif, la filière doit **gagner en maturité** et franchir – niveau par niveau – les marches du BIM.

Niv. 0 du BIM

CAO 2D non gérée ou non structurée.

Niveau 1 du BIM – BIM isolé (*lonely BIM*) – BIM tout seul

Phase d'apprentissage des outils : 2D et 3D, mais avec des données structurées (répondant à une norme). Chacun publie et met à jour ses données individuellement : pas d'échanges bidirectionnels.

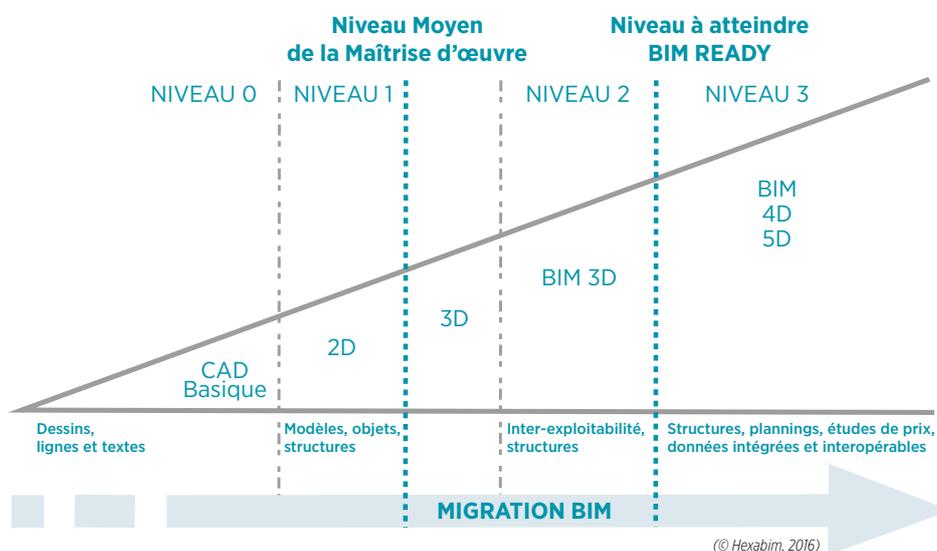
Niveau 2 du BIM – BIM collaboratif – BIM partagé

Échanges des différents modèles en utilisant un format de fichier natif, IFC ou Cobie. Travail des uns récupéré par les autres sans avoir besoin de ressaisir. Quatre exigences à ce niveau : une structuration des données (standards), des processus établis, des échanges de données définis et contrôlés, un environnement de données commun. Trois éléments : un modèle graphique (voire un fichier IFC), des données non graphiques (ex. : incluant les informations pour l'exploitation), de la documentation.

Niveau 3 du BIM – iBIM – BIM intégré – centralisé

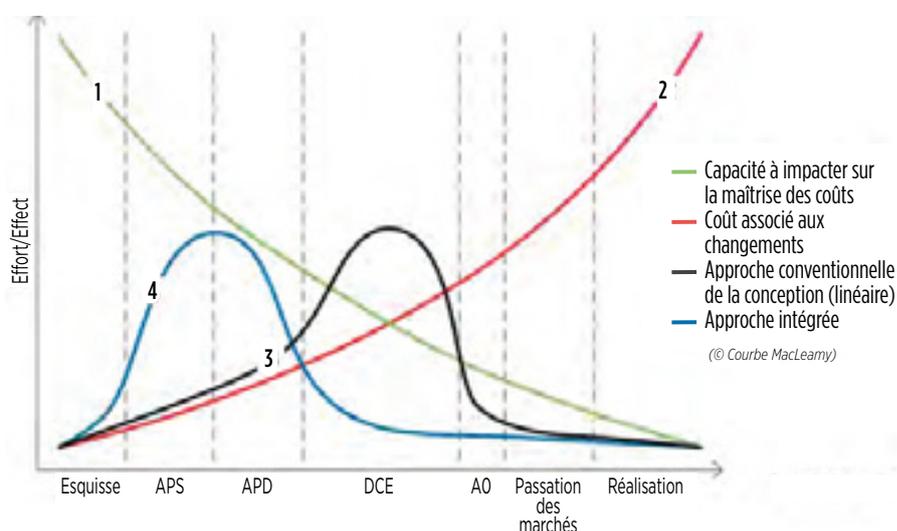
Un modèle unique est stocké sur un serveur centralisé, accessible par tous les intervenants et durant toute la durée de vie d'un ouvrage

Utiliser tout le potentiel du BIM suppose d'échanger des données techniques interprofessionnelles : chaque élément peut alors être pensé par rapport à l'utilisation qui en sera faite par les autres intervenants. « On ne travaille plus uniquement pour soi mais pour le projet », entend-on dire ! Ce qui suppose : une représentation graphique, une base de données structurée, un ensemble de règles d'interaction entre les objets de la maquette numérique, une définition du rôle de chaque intervenant par une convention, et des standards pour uniformiser outils et pratiques.



Pourquoi tout le monde « veut » du BIM ?

Parce que c'est un **gisement d'économies et de valeur ajoutée**. 65 % des économies réalisables sur le coût global ne sont possibles que si les bonnes décisions sont prises lors de la phase de conception. Et c'est bien là l'atout du BIM : « construire avant de construire[®] » avec la possibilité en plus d'anticiper la maintenance, qui pèse majoritairement sur le coût global du bâtiment. Avec le BIM, les analyses-contrôles-visualisation sont effectués très tôt, ce qui permet de mieux concevoir mais aussi de détecter les problèmes avant la mise en chantier. **Les coûts de construction sont ainsi mieux maîtrisés**. Ici, donc, le BIM rencontre la **lean construction**, ou « construire sans gaspiller », qui vient de l'industrie manufacturière : une idée séduisante en ces temps de restrictions budgétaires. Dans la construction, la première cause de pathologies réside dans le non-traitement des interfaces : le BIM, **outil de gestion des interfaces** entre produits et acteurs, permet ainsi de lutter **contre la sinistralité et d'augmenter la maîtrise des risques**.



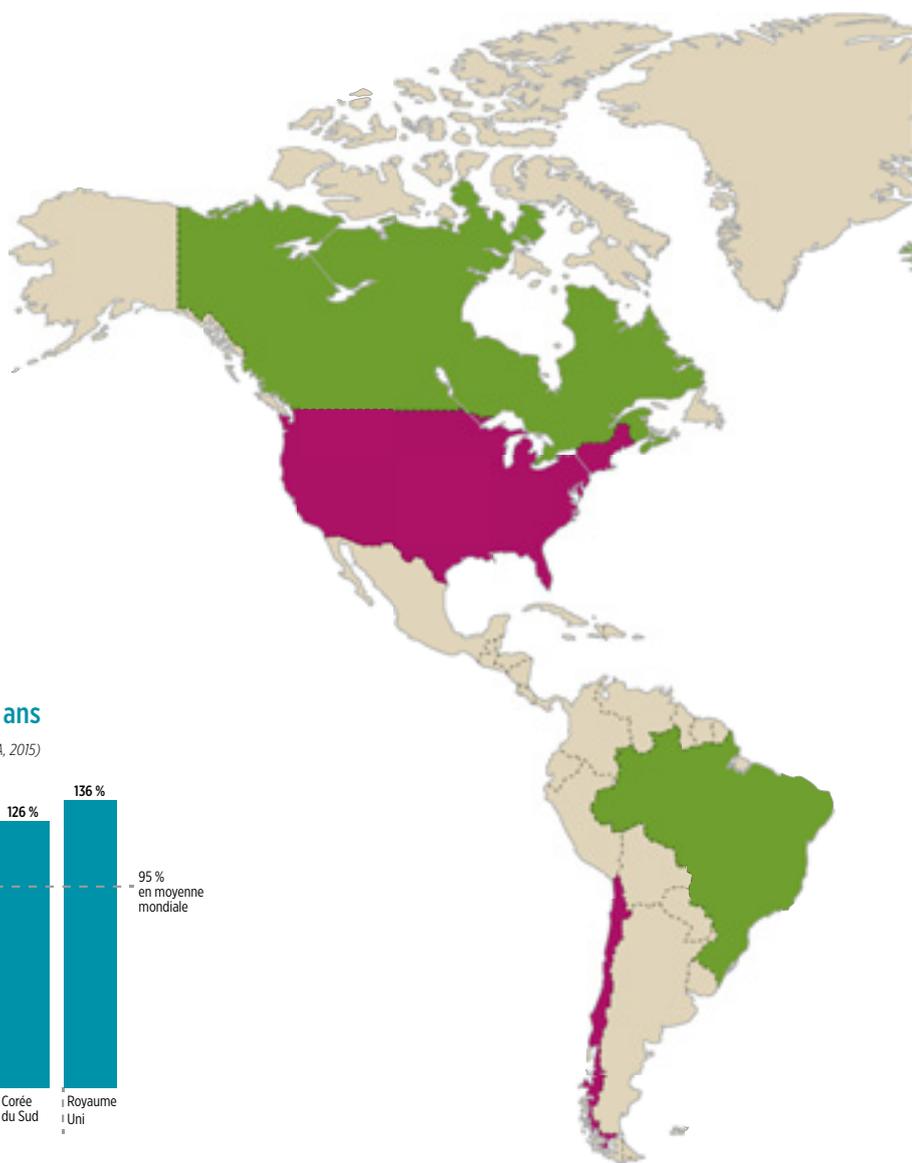
Il est reconnu que plus le projet avance, plus il est difficile de le modifier et plus les coûts sont élevés : c'est la phase d'exécution qui est la plus sollicitée. Avec le BIM, l'effort à produire – et donc les coûts associés – remontent vers l'amont : le centre de gravité se déplace vers la phase de conception, où un maximum de simulations et de variantes permettent de construire numériquement le futur vrai bâtiment.

Et ce ne sont pas les seuls bénéfices du BIM. En effet, le BIM est source de :

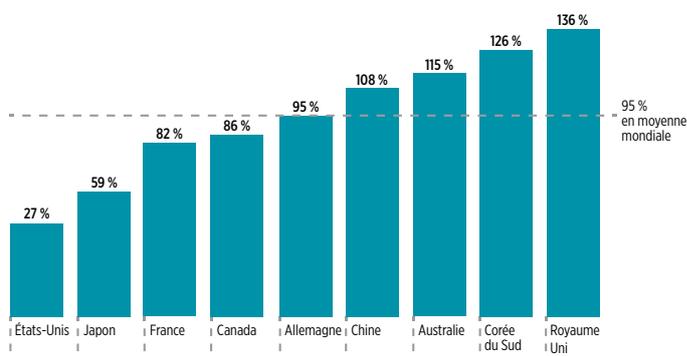
- **visualisation** pour une **meilleure compréhension** du projet : le BIM est un « outil de communication » (entre les acteurs, notamment avec le client, mais aussi entre les logiciels);
- **réduction des erreurs et omissions par évitement des ressaisies** (à condition, tout de même, que l'homme au bout du clavier soit un bon professionnel);
- **qualité** : le BIM ne résout pas les problèmes, mais permet de les trouver (voire d'en détecter un maximum et donc de les anticiper);
- **aide à la décision** : favorisant simulations et analyses, le BIM facilite l'optimisation du projet et permet ainsi de faire des choix dès les premières phases de conception.

Le BIM : une dynamique bien au-delà de la France

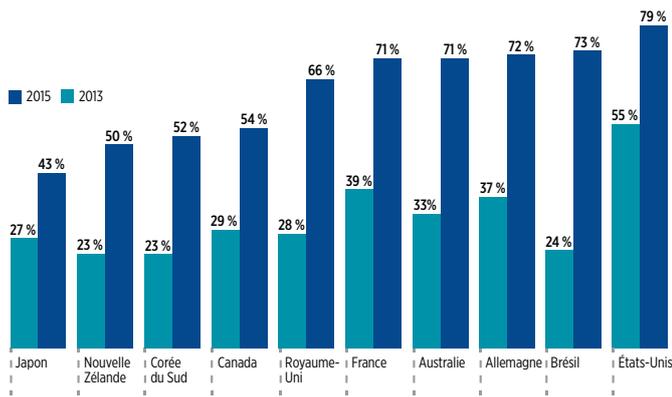
Trois lettres – B.I.M. – dont tout le monde parle, parce qu’elles sont porteuses d’avenir et de progrès pour des professionnels en attente d’un « BOUM » de la construction en France. Conscients du potentiel du BIM, certains États ont lancé des plans gouvernementaux dès 2003. En 2014, une directive européenne sur la passation des marchés publics a (enfin) plébiscité le BIM : « *Les États membres peuvent exiger l’utilisation d’outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment* » (2014/24/UE - art. 22.4). Depuis, le BIM gagne du terrain : différentes stratégies sont mises en œuvre dans le monde pour sa généralisation. Les entreprises françaises peuvent donc voir dans le BIM un atout pour décrocher des projets à l’étranger.



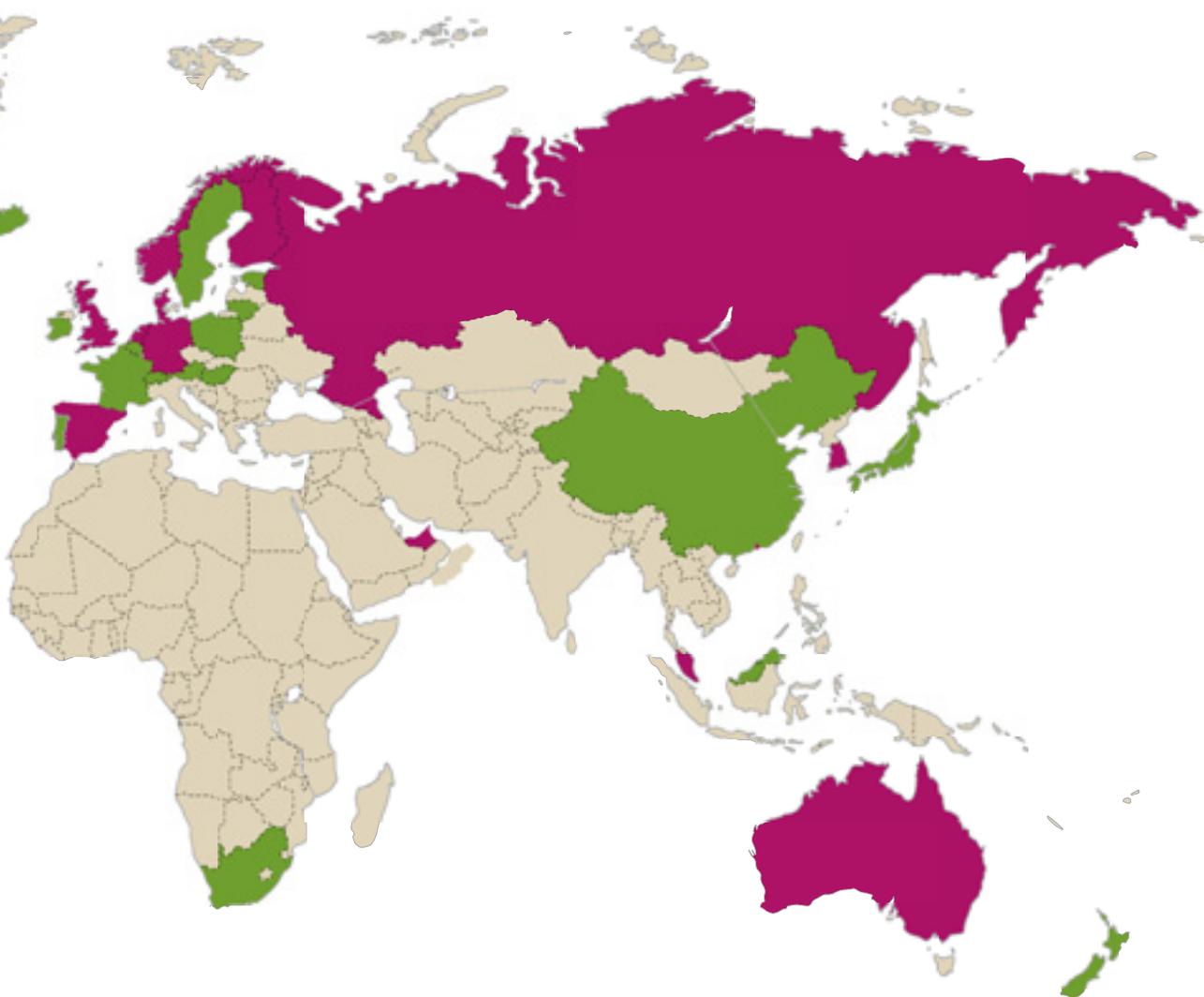
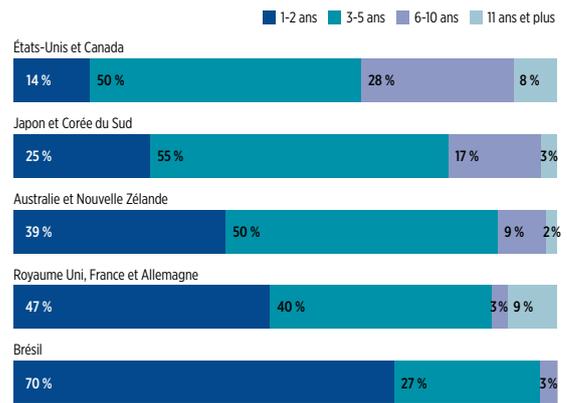
Prévision de l’augmentation sur deux ans des entreprises de la construction (DD&A, 2015)



Évolution du pourcentage des entreprises de la construction avec plus de 30 % de projets BIM entre 2013 et 2015 (© McGraw-Hill, 2013)



Nombre d'années d'expérience des maîtres d'ouvrage utilisant le BIM (par région/pays) (© McGraw-Hill, 2013)



Listes non exhaustives

● BIM obligatoire

Norvège	2005	Émirats arabes unis	2014
États-Unis	2006	Hong Kong	2014
Danemark	2007	Royaume-Uni	2016
Finlande	2007	Russie	En cours
Corée du Sud	2010	Chili	En cours
Australie	2011	Espagne	2018-2020
Singapour	2012	Allemagne	2020
Pays-Bas	2012		

● BIM en voie d'adoption (actions d'implémentation sans obligation)

Afrique du Sud	France	Nouvelle-Zélande
Autriche	Hongrie	Pologne
Belgique	Irlande	Portugal
Brésil	Islande	Suède
Canada	Japon	Suisse
Chine	Lituanie	
Estonie	Malaisie	

Le BIM concrètement

À quoi faire du BIM va-t-il me servir ?

De manière générale, avec le BIM, il vous est possible de visualiser le projet tout au long de son cycle de vie et selon différentes vues métiers : et comme on le sait, **un dessin vaut mieux qu'un long discours** ! C'est finalement le premier pas vers le BIM – spécifiquement pour les petites entreprises de construction – réalisable facilement grâce à des *viewers* (dits aussi visualisateurs ou visionneuses). Vous pouvez aussi **simuler, analyser et contrôler** les comportements des éléments de la maquette numérique. Mise à jour automatique des coupes et détails, calcul de quantités, détections de clashes, passerelle entre conception et préfabrication, planification des approvisionnements, etc. sont autant d'actions possibles avec le BIM. À partir de votre **modèle virtuel 3D**, source de tous les dessins, vous générez des **plans 2D** à tout moment (sachant que le format des livrables officiels reste encore le plan 2D, et non la maquette numérique).

Et plus précisément par métiers ?

Cette liste à la Prévert n'est en rien exhaustive, mais sert à donner quelques exemples des usages et de l'utilité du BIM selon les métiers.

Maître d'ouvrage

- Mieux comprendre le parti architectural du projet et valider plus rapidement le programme.
- Vérifier la faisabilité du projet (temps et budget).
- Suivre en temps réel le projet et contrôler qu'il réponde à toutes les contraintes budgétaires (voir l'impact financier de modifications en cours de projet), fonctionnelles réglementaires, environnementales...

Maîtrise d'œuvre

Veiller au respect des normes en vigueur et des critères du projet, tant au niveau quantitatif que qualitatif.

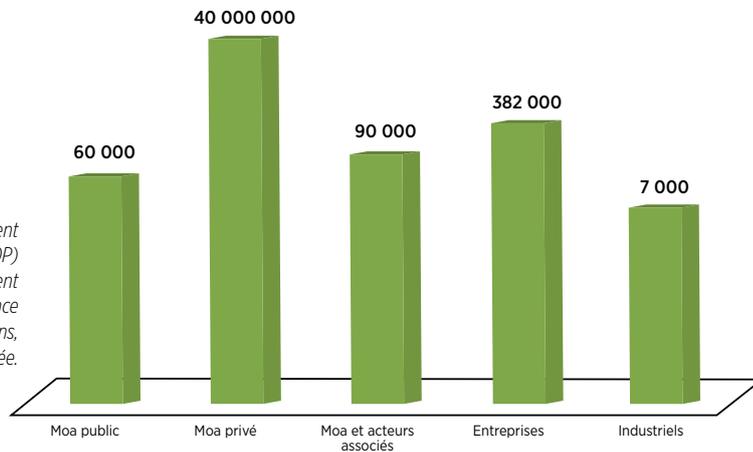
Avoir un retour sur les conséquences d'une modification ou d'une variante et pouvoir ajuster au mieux la conception du bâtiment au vu des études, simulations et variantes.

- Géomètre, auditeur de bâtiments existants : relevé télémétrique, laser et création de BIM par nuages de points ou de scanning de plans existants, création d'objets CAO 3D à partir de photos...

- Architecte : création de modèles de maquette numérique, esquisses (avec possibilités de création de formes complexes)...
- Économiste : récupération des maquettes numériques d'architectes, de BE ou de constructeurs, suivi économique (5D), extraction des quantitatifs et prescription (logiciels liés à des objets BIM avec des bases de prix)...
- BE structure : récupération de maquette numérique d'architecture pour créer une maquette numérique de structure avec fibre neutre et saisie des propriétés mécaniques pour en étudier les comportements.
- BE thermique : récupération de maquette numérique d'architecture complétées par des propriétés thermiques, énergétiques et environnementales pour analyser de manière dynamique choix de conception et performances énergétiques.

N.B. : On aurait pu aussi parler du BE acoustique, des électriciens, des ingénieurs de réseaux et CVC, des éclairagistes...

Le morcellement des acteurs dans le bâtiment (avec pour référence la loi MOP) et l'exécution en lots séparés expliqueraient un déploiement plus « lent » du BIM en France comparativement aux Anglo-Saxons, qui travaillent de manière intégrée.



Moins d'erreurs



Collaboration avec les propriétaires et entre acteurs du projet



Mise en valeur de l'entreprise



Réduction des ressaisies



Diminution des coûts de construction



(© McGraw-Hill, 2015)

Entreprises de construction en exécution

- Extraire métré, quantité et autres ressources du projet pour établir des devis et gérer les approvisionnements, par exemple.
- Détecter erreurs et omissions avant le début des travaux, et faciliter la synthèse (assemblage de modèles de différents métiers pour vérifier les interférences).
- Préparer le chantier grâce à la visualisation de la phase d'exécution, voire grâce à des configurateurs produits et systèmes constructifs (la maquette numérique devenant un plan de pose ou de mise en œuvre).
- Synchroniser conception et construction pour planifier et suivre le chantier dans le temps (4D). Vérifier la bonne exécution du projet en identifiant les écarts entre la construction et le modèle BIM de conception.

Industriels – Fabricants de produits et systèmes constructifs

- Créer des catalogues électroniques de composants, de familles de produits intégrées (produits et systèmes constructifs).
- S'interfacer avec des logiciels métiers pour optimiser la production (délai, livraison...) rapprochant concepteur-constructeur et fabricant.

Exploitants, gestionnaires de patrimoine, propriétaires

- Récupérer des maquettes numériques issues de la conception-construction : le fameux DOE numérique ou DOE BIMisé.
- Interroger et maintenir à jour la base de données pour anticiper, budgétiser et planifier les travaux nécessaires au bon fonctionnement de l'ouvrage (entretien, maintenance jusqu'à la démolition).
- Disposer de la documentation (fiche technique des équipements, des matériaux...).
- Suivre les consommations énergétiques.
- Simuler des redistributions d'espace dont les usages pourraient être modifiés.

Le BIM avec l'échange de données : comment cela se passe-t-il ?

Si les intervenants sont équipés de logiciels d'un même éditeur, ils échangeront en **format natif**. En revanche, si les professionnels possèdent des logiciels d'éditeurs différents, plusieurs cas de figure existent et peuvent même cohabiter : ils voient s'il existe un *plug-in* (passerelle) entre leurs deux logiciels; ils s'échangent des fichiers dans des **formats standardisés** qui permettent **l'interopérabilité** entre logiciels pour récupérer des données (IFC, BCF, COBie...); ils développent des « moulinettes » de récupération d'informations; ils peuvent aussi utiliser des plates-formes (BIM serveurs)... L'essentiel est qu'ils définissent leur protocole d'échanges.

Le BIM pose, de fait, la question de la **traçabilité** des échanges, la **gestion de droits** d'accès, de modification et de validation des données, d'autant plus si l'on considère que le BIM sert tout au long du cycle de vie du bâtiment. C'est pourquoi s'opère un rapprochement entre BIM et **PLM** (*Product Life Management*), mais aussi entre BIM et **droit** (de la construction, du numérique et de la propriété intellectuelle).



Il existe deux niveaux d'intervention en coordination 3D : la validation visuelle (processus de collaboration qui regroupe les professionnels autour d'un modèle 3D pour fournir leurs commentaires et valider certains aspects de la conception) et la détection interdisciplinaire d'interférences. On comprend aisément qu'un modèle virtuel 3D vaut mieux que mille plans 2D à synthétiser pour trouver les clashes!



● Contre les idées reçues : le BIM, c'est...

● une révolution

Non, le BIM ne change rien au savoir-faire des hommes sur le terrain. C'est une évolution des pratiques métiers comme le passage de la planche à dessin à l'ordinateur. Le BIM n'est qu'un outil capable d'introduire un esprit collaboratif et constructif, qui permet de retrouver de la communication et de la transparence entre tous les acteurs. Un état d'esprit, en somme!

● pour des opérations neuves

Si l'on parle beaucoup de BIM pour la construction, il est également utilisé pour l'existant, pour des opérations de rénovation/réhabilitation, voire pour les monuments historiques!

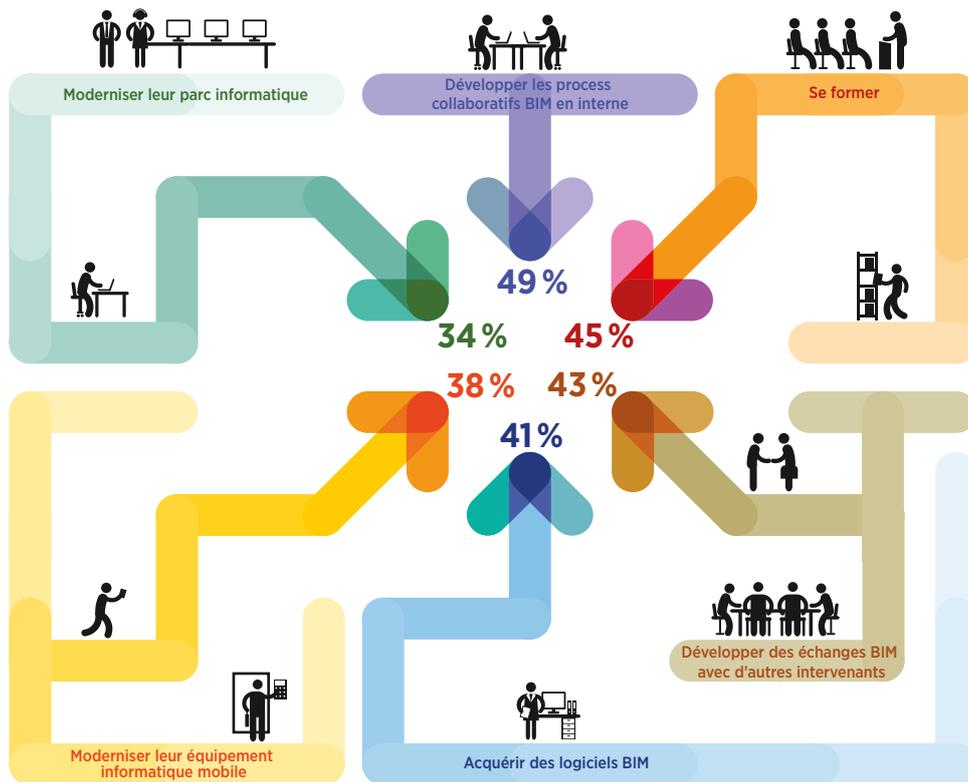
● pour les grandes entreprises

Oui, mais pour les PME et TPE aussi! Certes, plusieurs grands groupes ont ouvert la voie, travaillant à l'export et se devant d'être à la pointe. Il n'en reste pas moins que les petites entreprises – par leur souplesse et leur réactivité – semblent aussi aptes à passer au BIM. Elles peuvent d'ailleurs profiter des logiciels (parfois les mêmes utilisés par les groupes) pour développer leur potentiel de réponses. Enfin, les majors pourraient plus facilement faire appel à des sous-traitants qui sont passés au BIM.

● seulement pour des chantiers complexes

L'ingénierie concourante permet de mieux faire face aux nombreux intervenants, et à la difficulté des simulations et des variantes à réaliser. C'est grâce à ce type d'opérations que le niveau 3 du BIM est expérimenté. Mais en réalité, on peut même faire du BIM pour des maisons individuelles! Quelle que soit la taille du projet, il peut y avoir un intérêt de travailler en maquette numérique : aide à la vente, analyses énergétiques facilitées, correction des erreurs avant exécution, vérification de la constructibilité, mise en œuvre du chantier visualisé...

Catégories d'investissements prévus dans les deux ans (moyenne de l'ensemble des réponses)



Source : McGraw-Hill Construction, 2013

Comment faire pour me mettre au BIM ?

Il faut regarder vos applications métier pour voir si elles vous permettent de faire du BIM. Selon les informations dont vous avez besoin pour travailler, peut-être serez-vous amené à changer d'outil, voire d'**équipement informatique**. Il faudra alors prévoir **de vous former** pour tirer le meilleur parti de l'outil. Mais faire du BIM, c'est aussi **adapter ses méthodes de travail**, voire son organisation interne. Mettre en place et tester les nouveaux flux de travail, créer des chartes ou encore des gabarits, définir le rôle de chacun sont autant d'actions possibles à mener.

Selon les retours de plusieurs professionnels, la **baisse de rendement** avoisinerait les 30 % sur une période de trois à six mois. Il faut aussi prévoir du temps pour vos formations et la mise en place de la nouvelle organisation. Mais ensuite, l'**augmentation de la productivité** est au rendez-vous, le gain de temps généré permettant de mieux **se concentrer sur l'expertise métier** de chacun. En outre, l'entreprise – qui a ainsi **modernisé son image** – dispose désormais d'un **nouvel argument de vente et de recrutement** pour attirer des jeunes.

Tout cela suppose évidemment de prendre le temps de **définir la transformation digitale** la plus adaptée et de déterminer les processus convenant au mieux aux habitudes de travail de votre entreprise. **L'implication de la direction** est donc essentielle. Il est recommandé d'échanger avec des confrères et des professionnels qui ont franchi le pas pour partager les bonnes pratiques. Il faut garder en tête que le BIM, c'est **20 % de technologie pour 80 % d'humain** !

BIM et au-delà

Le BIM sert-il aussi à l'exploitation des bâtiments ?

Une étude américaine prédit qu'après les architectes et les constructeurs, ce sont les exploitants (*facility managers – FM*) qui pousseront au BIM. Il est aujourd'hui avéré que plus il y a de données communes et partagées, associées à des plans numériques, accessibles à tous et à jour, plus il est possible d'optimiser la gestion d'un bâtiment.

Repérage des zones amiantées pour suivre leur état de décomposition ; localisation des ascenseurs avec leur caractéristiques pour les contrôler ; plan d'évacuation à jour pour la sécurité des personnes ; définition de la surface et de l'usage des espaces pour la taxation ; gestion des actifs en temps réel du fait du suivi d'occupation des locaux, etc. : tout cela est facilité avec le BIM.

Une réponse aux contraintes réglementaires mais aussi économiques. Par exemple, la mise à disposition de plans et de données patrimoniales pour les études CPE sur 5 000 logements a permis l'économie d'un quart de l'investissement initial pour un bailleur social. De même, la récupération de surfaces de ravalement en interne a épargné trois heures de travail. Production de fiches logements automatisées, mise à disposition des plans aux futurs locataires et visites virtuelles optimisent aussi la vente ou la location des biens.

Connaître de manière précise et fiable son parc immobilier **est obligatoire mais aussi précieux** : en cela, le BIM est un atout, à condition de le tenir à jour. La vie d'un bâtiment n'est pas un long fleuve tranquille - une fois construit, locataires, entreprises de maintenance ou propriétaires peuvent changer. Le BIM serait alors un élément « invariant » : c'est pourquoi l'on a parlé de « carte Vitale numérique du bâtiment ».

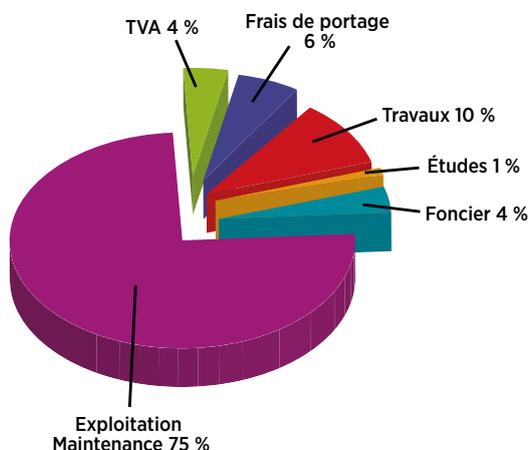
Le BIM, un outil du FM

 L'image virtuelle du bâtiment tel que construit – disposant des métrés et des installations identifiées – permet de disposer d'un état complet d'un site, de s'affranchir de la visite *in situ* du bâtiment comme de l'audit, de mieux dimensionner le devis du contrat de maintenance (gestion au quotidien du site, programmation des opérations d'entretien-renouvellement, travaux...). Et, par exemple, si une vanne fuit, en visualisant la maquette, le plombier saura exactement où se trouve l'élément défectueux ; grâce à la documentation associée

à ce matériel dans le BIM, il pourra tout mettre en œuvre pour réparer au plus vite. De même, en connectant les capteurs de température avec l'usage des locaux, il devient possible de moduler les consommations énergétiques.

Le BIM peut alimenter les outils informatiques de gestion du bâtiment (GMAO, GTB et GTC) pour faciliter les interventions et optimiser le pilotage d'un bâtiment. Le but : améliorer les conditions de vie des usagers, mais aussi les performances du bâtiment.

Le véritable coût du logement sur son cycle de vie



Source : APOGEE + Institut de l'épargne immobilière et foncière

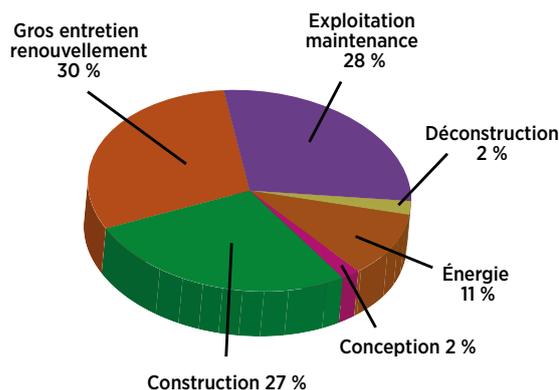
La contrainte, source d'innovation et de valorisation

Le saviez-vous ?

- la gestion d'un bien immobilier **coûte 6 fois plus et dure 10 fois plus longtemps** que sa conception-construction, alors que se multiplient **les contraintes réglementaires et constructives** ;
- les mètres peuvent être commandés jusqu'à 20 fois durant le cycle de vie de l'immeuble, par exemple ;
- les enjeux « extrafinanciers de **green value** » nécessitent de disposer d'informations objectives sur les performances des bâtiments ;
- peu d'informations sont transmises/récupérables de la phase de construction pour estimer et vendre un bien, et donc pour le **valoriser au réel**.

La norme ISO 15686-5 sert à évaluer le coût global d'une opération immobilière (de la conception à la déconstruction), mais aussi l'impact financier des investissements sur tout le cycle de vie du bâtiment (charges de maintenance incluses). Cela nécessite le traitement d'une multitude de données... facilité par le BIM, ce qui encouragerait l'adoption systématique de cette norme.

Répartition du coût global d'un bâtiment sur 50 ans (exemple d'un lycée)



Source : APOGEE + Institut de l'épargne immobilière et foncière

Le BIM de la construction est-il utilisé en exploitation ?

Ce n'est pas encore monnaie courante. Soit le propriétaire de l'ouvrage s'engage dans la numérisation de son patrimoine existant en constituant une base de données patrimoniales, soit il récupère un BIM de la construction pour exploiter les données non graphiques collectées et rattachées au modèle 3D. Dans le second cas, il faut que les informations nécessaires à la gestion patrimoniale soient présentes dans le DOE numérique.

Quoi qu'il en soit, le maître de l'ouvrage doit s'interroger : « Quelles informations patrimoniales sont consommées par quels métiers tout au long du cycle du bâtiment ? » La remontée des demandes d'exploitation plus en amont (*property, asset, facility management*) pousse à une maquette numérique dédiée au cycle de vie du bâti.

Pourquoi parle-t-on de BIM dans toute la filière BTP ?

Le BIM concerne aussi les **matériaux/équipements** et les **territoires**. D'une part, il faut « habiller » le modèle virtuel du bâtiment et, d'autre part, il faut le relier à son environnement immédiat.

En conception, on prend des objets génériques pour construire la maquette 3D. Intégrer les produits des fabricants dans le BIM permet d'affiner les simulations, d'établir des devis et de gérer l'approvisionnement, mais aussi de bénéficier de plans de calepinage, par exemple, ou de procéder à de la préfabrication. C'est d'ailleurs ici que l'on peut faire le lien entre BIM et **impression 3D**. Enfin, la fiche technique du produit, très utile pour la maintenance, peut être attachée à sa représentation graphique. Le BIM intéresse donc particulièrement les **industriels et fabricants**, qui devront interfacier leurs catalogues produits avec le BIM.

Le bâtiment ne sort pas de terre *ex nihilo* : il repose sur un terrain. Ici, le BIM rencontre le monde des **systèmes d'information géographique** (SIG). De plus, le bâtiment se connecte à différents types de réseaux, fait partie d'un quartier avec ses transports, ses espaces collectifs... Tel un ensemble de « poupées russes » qui s'emboîtent les unes dans les autres, le BIM s'ouvre à la ville. Ainsi, il existe des **maquettes numériques urbaines** (MNU) qui agencent de manière structurée des données de nature différente dans un modèle 3D : socle numérique territorial, bâtiments, ouvrages d'art, mobilier urbain, végétation... La MNU permet d'effectuer une multitude de scénarios urbains (trafic, niveaux sonores, pollution de l'air, éclairage, ondes électromagnétiques, potentiel photovoltaïque, implantation d'un bâtiment...). Beaucoup de paramètres s'imbriquent les uns aux autres, ce qui complique les simulations. Le rendu visuel de la MNU facilite la **prise de décision** pour les collectivités, mais aussi le **dialogue** lors des séances de concertation avec les riverains ou les usagers.

L'évolution de la notion de ville comme système complexe de réseaux et l'extension de la modélisation informatique participent aujourd'hui à l'avancée du **BIM dans les infrastructures** (routes, ponts, passerelles, etc.), où l'information géographique (linéaire, axe principal) doit être liée à des entités territoriales tout en intégrant des données complexes de conception-construction-exploitation.

● Le BIM, c'est smart !

- Face aux promesses des technologies informatiques et de l'intelligence artificielle, mais aussi face à un monde qui fonctionne de manière ultraconnectée, le mot *smart* s'accrole désormais partout : *smartgrids*, *smartbuilding*, *smartcity*, etc. Mais finalement, ne devrait-on pas dire davantage *building smart* – construire et exploiter intelligemment avec le numérique – pour rendre le bâtiment et la ville « intelligente » ?



● Quand la technologie pousse au BIM

● Les nouvelles technologies 3D – **salle immersive, expérience de réalité virtuelle ou augmentée avec un casque**, par exemple – renforcent l'atout « visualisation » du BIM, concourant ainsi à la digitalisation du secteur de la construction et de l'immobilier. De même, les progrès en matière de **stockage** – puissance des serveurs et développement de services *cloud* – répondent aux problématiques d'échanges et d'archivage de fichiers

BIM volumineux. Les outils de relevés numériques – comme le **scan 3D** – progressent, eux aussi, ce qui aide au développement du BIM dans l'existant. Et qui n'a pas entendu parler d'une maison réalisée grâce à une **imprimante 3D**? De nouveaux horizons s'ouvrent donc au BIM, en liaison avec l'impression 3D vers de la préfabrication, par exemple. L'innovation technologique – hors logiciels – participe donc aussi à l'essor du BIM.

BIM et big data sont-ils connectés ?

Avec les progrès technologiques – capacité de stockage et d'analyse – s'est opérée une croissance inflationniste d'informations numérisées et numériques, à laquelle s'ajoute la collecte automatique d'informations par tout type de capteurs, dont les **objets connectés** (par exemple, un mur en béton dans lequel on aurait intégré une puce RFID). **Le BIM fait partie du big data**, avec toutes les données constitutives et actualisées, son enrichissement par remontée d'informations de capteurs en phase d'exploitation, par exemple. Le BIM partage donc l'enjeu principal du big data : après avoir constitué la donnée, il faut la **traiter selon les attentes de chacun** pour qu'elle ait du sens et devienne information. En cela, le BIM rejoint les problématiques de *data-management* ou **management de l'information**. Avec l'avènement du big data et des **outils d'indexation**, le « **trop d'informations** » est devenu inoffensif ! La réelle valeur de l'information – du moment qu'elle provient d'une donnée qualifiée, fiable, actualisée et partagée – réside bien dans **l'interprétation et l'usage** que le professionnel en fera.

La montée en puissance de la valeur numérique des bâtiments est inéluctable. On peut supposer que les ouvrages ne disposant pas d'un standing digital suffisant seront relégués à un marché immobilier de second rang, que les objectifs de performances énergétiques et d'économies publiques auront du mal à être atteints sans la transformation du secteur. Le BIM dépasse largement le cadre du bâti neuf ou à rénover, utile pour l'exploitation du bâtiment jusqu'à sa déconstruction. De plus, l'échelle de grandeur de la maquette virtuelle peut varier de la représentation du boulon à celle d'un territoire ! C'est pourquoi l'on parle de « BIM-Centric[®] ». L'enjeu d'aujourd'hui est de développer ce continuum numérique de données entre la construction, l'immobilier et la ville.

● ● ● 12 principes clés

À partager et à faire vivre

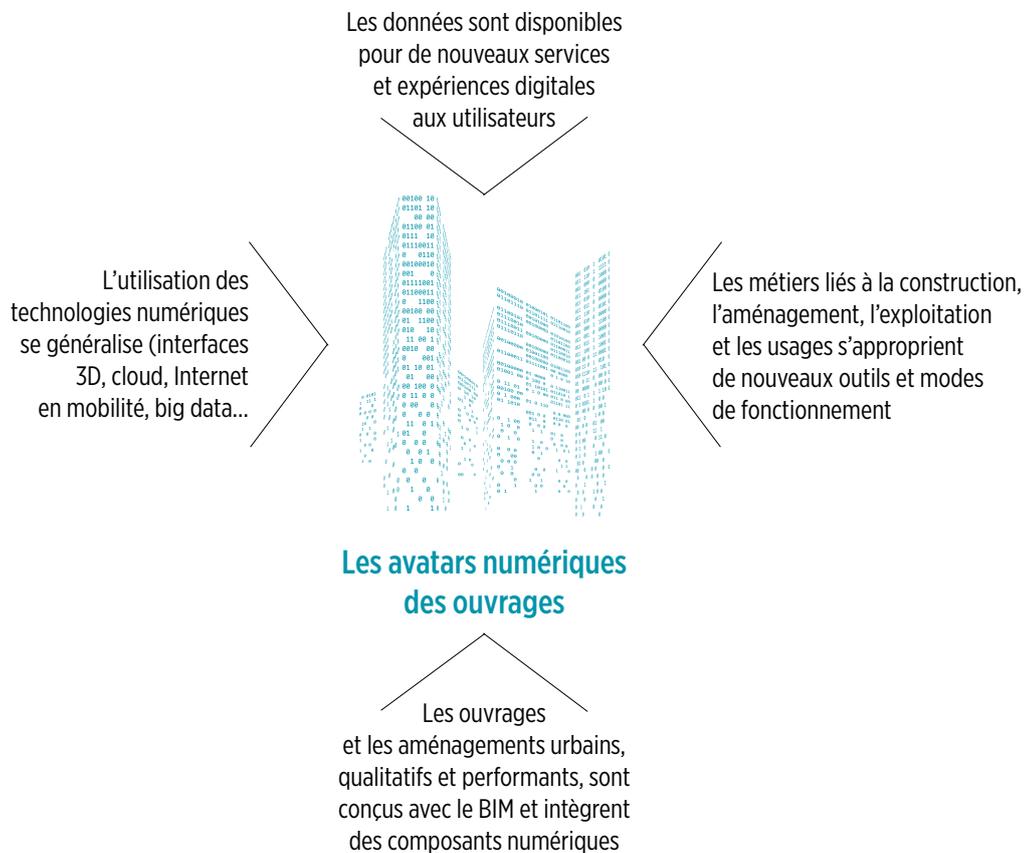
Au moment où la transformation digitale de la construction, de l'immobilier et de l'exploitation commence et où les opportunités comme les risques sont nombreux, il est proposé 12 principes fondateurs, des points de vigilance, à partager par les acteurs désireux d'en tirer bénéfice plutôt que de la subir.

Partant du concept originel du BIM, ils tiennent compte de ce qui a pu être observé dans les autres industries qui ont déjà mis en œuvre leur transformation digitale, des règles de succès de l'économie numérique et de la réalité du monde de la construction.

Ils sont mis à la disposition de tous les acteurs du marché pour qu'ils s'en emparent et leur donnent vie.

La vision BIM-Centric[®]

On peut poser le postulat que la disponibilité massive des données décrivant les composants et les usages des ouvrages sous une forme favorisant leur exploitation par les technologies et les métiers est le point central de la transformation digitale des filières concernées.



1. Du BIM à l'openBIM

Le BIM est une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles des bâtiments (et des ouvrages). Un « modèle d'information du bâtiment » est une ressource de partage de connaissances pour obtenir des informations sur une installation formant une base fiable pour les décisions au cours de son cycle de vie, de la conception à la démolition.

L'openBIM est une approche universelle de conception collaborative, de réalisation et d'exploitation de bâtiments et des ouvrages basée sur des normes de description des données et des flux de travail ouverts.

(Source : buildingSMART International)

2. Ouverture aux usages

La création de valeur qui financera la constitution des maquettes numériques naît de la transformation de données complexes et hétérogènes (produits, équipements, construction, usages, environnement...) en informations qui vont servir tous les métiers de la construction, de la gestion, de l'exploitation, jusqu'aux utilisateurs et aux citoyens. Il est donc important d'anticiper et de permettre l'intégration de ces données dans toutes leurs richesses. Les usages sont ainsi repositionnés au centre de la démarche BIM.

3. Partage et coopération

La coopération autour des données partagées et enrichies par les différents métiers permet d'éviter les redondances et de maintenir une donnée riche et fiable pour tous à coût maîtrisé. C'est à la fois un nouvel état d'esprit à développer, une nouvelle manière de travailler et de nouvelles organisations numériques à mettre en place, dans le respect des droits de propriété intellectuelle et des contraintes de sécurité.

4. Pérennité des données

À l'instar des plans papier de certains bâtiments ou infrastructures datant de plusieurs siècles et encore utilisés, les données numériques descriptives d'un ouvrage d'aujourd'hui et de demain doivent pouvoir être accessibles et mises à jour aisément pendant tout son cycle de vie. Toute action de constitution, de stockage, de maintenance technologique et de mise à niveau technique des données doit être faite dans la perspective d'une conservation durable, d'une « consignation » de ces données, garantissant leur accès pour toute la vie de l'ouvrage.

5. Sécurité et confidentialité

Créer les conditions de partage des données sensibles ou personnelles est le préalable indispensable à la naissance d'une industrie de la donnée immobilière, de son appropriation par tous les corps de métiers et de la multiplication des usages grand public. Dans un monde où la cybercriminalité existe, la protection des données doit être considérée au même titre que la protection des biens et des personnes.

6. Conduire le changement

Au-delà de la mise en place d'un outil informatique, l'entreprise doit s'adapter à un monde nouveau et ultraconnecté où la coopération autour des données partagées va devenir la règle et les positionnements des acteurs évoluer. C'est un changement profond et stratégique à conduire, qui amène à repenser à la fois la culture de l'entreprise, ses processus de production, les relations contractuelles avec ses partenaires et son offre commerciale.

7. Méthodes et process

La mise en place de méthodes permet de sécuriser la qualité des données, préalable nécessaire à leur partage entre plusieurs acteurs. Elle facilite ensuite l'automatisation de certains processus, la connexion ultérieure entre les systèmes d'information et garantit la qualité des données produites. Les nouvelles méthodes formalisées participeront à la modernisation des métiers et à l'émergence de nouvelles compétences.

8. Moyens et organisation

Un saut technologique se joue par le passage du trait à l'objet, de la 2D à la 3D, et par la disponibilité massive des données. Les organisations qui intégreront le plus vite ces innovations disposeront d'un avantage compétitif, à l'inverse des organisations qui ne s'adapteront pas, au risque de disparaître. Les professionnels de la construction, les prestataires comme les utilisateurs doivent donc adapter leurs outils informatiques, leurs outils de production ou de gestion, et leur organisation pour interfonctionner avec les avatars numériques.

9. Nouvelles compétences

La transformation digitale de la construction va amener de nouveaux modes de conception, de réalisation, d'exploitation puis d'expérience des ouvrages et infrastructures autour de l'usage partagé des maquettes numériques.

À côté de l'exploitation des données par les métiers traditionnels qui se seront adaptés, des services et usages innovants de ces données amèneront l'émergence de nouvelles activités et l'apparition d'un « lot digital » en plus des lots techniques traditionnels.

10. Responsabilité

À l'image des ouvrages qu'ils représentent, les données des avatars numériques seront partagées à terme par tous les opérateurs et utilisateurs. Chacun à son niveau sera donc responsable de la qualité, de la pertinence et de la confidentialité des données qu'il manipule et devra mettre en œuvre les moyens nécessaires pour garantir leur fiabilité et leur sécurité.

11. Certification

La nécessaire confiance dans les données utilisées impose que les métiers, les équipements, les produits évoluent pour intégrer et enrichir ces données dans des conditions maîtrisées et traçables. Après une nécessaire période d'adaptation, la qualité des intervenants, des outils et des informations devra pouvoir être certifiée.

12. Nouveaux modèles

Travail collaboratif, modélisation et simulation tout au long du cycle de vie d'une infrastructure, rapprochement des acteurs, coproduction et mise à disposition des données pour les systèmes intelligents, objets connectés, interfaces et applications en mobilité, ubérisation, virtualisation sont autant d'items qui dessinent les nouveaux modèles économiques.

Dans un monde hyperconnecté, les chaînes de valeur vont se redessiner autour de la maîtrise, l'exploitation et l'enrichissement des données. Les gagnants seront ceux qui auront le mieux appréhendé les impacts sur leurs métiers et leur environnement, et proposeront des offres à valeur ajoutée numérique en réponse aux attentes de leurs clients.

La maîtrise d'ouvrage aux commandes du BIM

Jean-Yves Bresson,
directeur Almadea,
AMO numérique
auprès des maîtres
d'ouvrage

Depuis la publication du livre blanc *Préparer la révolution numérique de l'industrie immobilière*, commandité par la Caisse des dépôts et consignations, s'est opérée une prise de conscience générale de la maîtrise d'ouvrage (MO) publique concernant :

- la **fragmentation des données** patrimoniales due à l'éparpillement des informations entre les BET, les prestataires de maintenance, les organismes de contrôle mais aussi les différents services internes au MO ;
- le **coût de ce défaut d'information** (étonnamment, personne n'avait regardé avant ce que cela coûtait de ne pas avoir d'informations précises et fiables, fonctionnant au forfait ou à la pièce et non en unité d'œuvre, par exemple) ;
- la nécessité d'un **référentiel d'informations patrimoniales partagé**.

Différentes problématiques entre BIM construction, BIM rénovation et BIM gestion ont, de plus, été identifiées. Le **BIM gestion** ne fait plus débat au regard du retour sur investissement, qui est vite positif. Il n'en reste pas moins que cette stratégie de système d'information immobilière relève d'un projet d'entreprise transversal qui doit être porté par la direction. En effet, les informations patrimoniales irriguent plusieurs métiers, aux processus et aux outils différents. L'investissement de constitution d'un patrimoine numérique ne peut être amorti que si les données sont exploitées en récurrence, corrélées à l'ensemble des processus métiers et de leurs interfaces informatiques (gestion locative, comptabilité et contrôle de gestion, optimisation des charges, suivi des dépenses techniques, programmation des travaux...). C'est pourquoi il faut **anticiper moyens et procédures de mise à jour** des données produites et gérées. Le temps peut jouer favorablement – les campagnes de diagnostic s'étalant sur quatre ans environ – pour peu que le **niveau de fiabilité admissible** de la donnée créée soit défini. Une autre piste serait de lier **dépense technique et empreinte comptable**, et ainsi d'automatiser les processus de mise à jour, ce qui est capital pour devenir des données dans les processus métier.

Si le BIM gestion est *de facto* lié au MO, pour le **BIM construction** le MO a aussi un rôle non négligeable, puisqu'il doit pouvoir utiliser la maquette pour évaluer, contrôler et fiabiliser l'opération. Cela suppose que la MO constitue un **cahier des charges BIM** clarifiant objectifs et règles du jeu avec la maîtrise d'œuvre et les constructeurs. Concernant le **BIM rénovation**, l'effort du MO sera évidemment plus important s'il n'a pas de BIM gestion sur lequel s'appuyer. Il doit **capitaliser** toute la documentation existante, quel que soit son format, pour **la dématérialiser et la sémantiser**, puis savoir dans quel outil graphique il souhaite utiliser ces informations. Dans le cadre du relevé numérique de l'existant, il faut toujours garder en tête que la maquette récupérée doit **contenir des informations « utiles » aux usages**. Pour l'information, selon le degré d'exigence, le coût de la constitution de la donnée varie de 1 à 7.

Au regard des BIM gestion, BIM construction et BIM rénovation, sur le marché, le MO a un rôle majeur de mise à disposition de ses informations patrimoniales, **irriguant le tissu local** avec lequel il travaille. Le MO partage avec ses prestataires son modèle numérique, qu'il récupérera enrichi. Ainsi, il leur économise des ressaisies et contribue à l'efficacité du projet : une manière de sécuriser les engagements de performances recherchées. Cela induit un nouveau type de relation, qui n'est plus seulement de l'ordre de la prestation, mais bien du **partenariat**. Le MO, prescripteur du BIM, est donc un **acteur clé de sa généralisation**.

Tout cela conduit à un changement de paradigme. Avec la transformation digitale des métiers de la construction et de l'immobilier, le maître d'ouvrage garde au final la maîtrise de ses informations patrimoniales : c'est un partenaire local, capable de contrôler lui-même les livrables qu'il a commandés. Le processus est en marche !



Le numérique pour « dégripper » le processus de création de valeur dans l'immobilier

Les chaînes de valeur issues d'une approche en **coût global dans l'immobilier** – déjà en partie analysées autour des questions de valeur verte (un écart de valeur de 5 % est constaté en moyenne par lettre du DPE énergie en province, il est atténué en Île-de-France¹) – mettent en avant **la complexité des jeux d'acteurs** pour une approche financière macroéconomique qui généralise l'association entre qualité environnementale, performance financière, valeur d'usage, diminution du risque et de la volatilité. Au niveau microéconomique de la sphère contractuelle et financière (ex. : commissionnement), **les transformations tardent** également à venir, alors même que l'on affiche l'urgence de la transition énergétique et carbone ou le développement rapide d'évolutions de société autour du partage, de la flexibilité, de la mutualisation. En 2015, 76 % des utilisateurs imaginent que leur immeuble de bureaux sera, dans les années à venir, producteur d'énergie, à l'empreinte carbone faible (81 %), flexible (74 %), qu'il mixera les usages (60 %) et surtout qu'il sera connecté et digitalisé (96 %²). Une nouvelle **norme – Well –, orientée utilisateur et portant sur le bien-être**, débarque des États-Unis. Les changements vont donc s'accélérer, mettant notamment l'accent sur la qualité d'usage et interrogeant sur les réponses spatiales, techniques et fonctionnelles à proposer.

Confronter des projets d'aménagement à horizon de 10 ans à la loi de Moore permet de visualiser que le numérique et la donnée vont permettre d'apporter l'agilité, la réactivité, l'engagement de performance aux ouvrages construits. Ils doivent être structurés pour permettre l'émergence d'une **économie de la donnée**, tant en matière de collecte, d'accès,

d'usage, de création que de partage de valeur. Bien entendu, ces questions concernent également le parc existant. Certes, les questions juridiques sur la propriété et l'usage sont encore nombreuses, mais les premières applications **de l'Internet des objets** sur les collecteurs de déchets ou le suivi du bien-être des occupants **redéfinissent les chaînes de valeur**. Le développement du **BIM permet de collecter de la data**, exploitable dans un processus global tout au long de la phase d'exploitation de l'immeuble et ouvre la voie à ces transformations.

De manière générale, la révolution numérique permet la quantification de nos environnements, de notre corps, de nos comportements. La capacité à transformer en données revient à pouvoir tout connecter. Les objets connectés captent nos faits et gestes pour les transformer en langage mathématique sous forme de dimensions, volume, masse, poids, ondes, vitesse... offrant des **capacités extraordinaires d'analyse et de prédiction**.

Les organisations doivent accélérer leur transformation numérique, innover, **développer leur courbe d'expérience**, accompagner les **évolutions de compétences** des collaborateurs et partenaires, environner leur développement avec un **écosystème de start-up innovantes**, déployer des **dispositifs lean ou agiles** pour répondre à la diversité des attentes client.

Marie-Françoise Guyonnaud,
présidente de Smart Use

1. *Étude Dinamic* – La valeur verte des logements d'après les bases notariales BIEN et PERVAL (mars 2015).

2. *Baromètre Innovation et Immobilier de Business Immo 2015*.



L'arrivée du BIM dans l'immobilier, entre risques et opportunités

Frank Hovorka,
MRICS et membre du
comité de pilotage
stratégique du Plan de
transition numérique
du bâtiment

La filière a heureusement, depuis bien longtemps, été à l'origine de cette évolution, mais contrairement à d'autres industries, elle a été desservie par une **très forte fragmentation des acteurs** et donc un **éparpillement des informations** les rendant **indisponibles**. Cela a entraîné une perte de fiabilité dans les informations échangées et deux conséquences néfastes en découlent; **un coût élevé de la transmission et de la réacquisition multiples des données** (au cours du cycle de vie du bâti) et un **manque de confiance** entre les acteurs.

Toute la chaîne de valeur de l'immobilier se trouve affectée. La maquette numérique associée à l'ouvrage nécessite une organisation de **la diffusion de l'information en toute transparence**, avec un traitement égal de l'ensemble des parties prenantes au bénéfice du projet, Faute de quoi la possession de l'information par l'une d'entre elles pourrait créer une dissymétrie de traitement dans l'accès aux données. Par ailleurs, comme dans l'industrie, il faut que la plate-forme d'échanges puisse garantir la confidentialité à partir d'un certain niveau de détail afin de préserver la propriété intellectuelle des composants fournis par chacun des intervenants.

Que le travail soit itératif ou devienne plus aisément collaboratif grâce à la maquette numérique, en matière de responsabilité des acteurs, rien ne change. Toutefois, la transparence accrue nécessite d'enrichir la relation contractuelle des éléments suivants :

- la définition du **niveau de détail** des objets et composants en fonction des phases d'avancement du projet doit être préalablement fixée et acceptée par les intervenants;
- la **traçabilité** des données doit être organisée et transparente entre les acteurs;
- le niveau de **fiabilité** des données échangées doit être systématiquement associé à celles-ci;
- l'**interopérabilité** des données échangées doit être préservée;
- **la propriété** des données peut dépendre du niveau de détail transmis, mais après définition

de celui-ci, ces données assemblées forment le dossier des ouvrages exécutés.

Cet avatar va, bien entendu, sortir des bureaux pour être utilisé sur les smartphones et tablettes des ouvriers et donc fournir la bonne information au bon moment en cours de chantier et pas seulement pour lever les réserves! Enfin, la transmission des données à l'utilisateur permettra de maintenir plus aisément les locaux et même de décorer ou aménager son logement à partir des outils de visualisation en 3D, avec une maîtrise de la consommation énergétique pour tous.

Les avancées dans l'**interopérabilité** des systèmes et des langages ainsi que la normalisation des bibliothèques d'objets virtuels ouvrent la voie à **l'avatar numérique du bâtiment**. Cet outil s'adresse d'abord au propriétaire/maître d'ouvrage, qui dispose ainsi d'un système d'information lui permettant en premier lieu de qualifier ses besoins et d'en vérifier la réalité à l'achèvement des ouvrages. Dans le cas de la rénovation, le scan 3D de l'existant ou le relevé individuel sur logiciel 3D (comme première approche) constituera la première brique de l'avatar numérique, autorisant l'évaluation à distance à un coût limité. À l'autre bout de la chaîne, un propriétaire ou un syndicat de copropriétaires dispose ainsi d'une base de données sur l'ouvrage dynamique et mise à jour. Enfin, la traduction de la qualité et de la performance intrinsèque sera possible à destination d'acteurs comme les assureurs ou les banques chargées du financement.

Aujourd'hui, l'indicateur dominant dont nous disposons sur un ouvrage est son prix, car la qualité est très difficilement quantifiable. Le coût qui en résulte en termes de non-qualité représente, selon différentes analyses, 10 à 15 % du chiffre d'affaires du bâtiment. Le gain majeur de la maquette numérique réside dans **l'agrégation des données**, qui permet de les traduire **en marqueurs de qualité et de sortir du cercle pervers de la course au prix le plus bas, grâce à un accès massif à l'information**.

Faire jouer la normalisation pour créer de la confiance opérationnelle

Les travaux de normalisation ne peuvent pas être déconnectés des autres actions développées autour du BIM. Il est nécessaire qu'il existe un **continuum** entre :

- le **prénormatif** (par exemple, les travaux de buildingSMART, impliqué dans les IFC, le BCF, les *model view definitions...*);
- le **normatif**, à différents niveaux d'ailleurs : avec les groupes de l'Afnor, du CEN (le TC 442 Building Information Modeling) et de l'ISO (TC59/SC13 organisation de l'information concernant les travaux de construction);
- et l'**exploitation**, représentée par les différentes mises en œuvre du BIM dans les pays (au travers notamment d'expérimentations).

C'est pourquoi la feuille de route du Plan de transition numérique dans le bâtiment concerne l'ensemble de ces dimensions. Comme le BIM est à la fois international et « français », il faut œuvrer à un double mouvement de normalisation : *top-down*, soit de **l'ISO à la NF**, et *down-top*, **la NF remontée vers l'ISO**. Nous avons la chance aujourd'hui de mettre **en concomitance normalisation et pratiques professionnelles** pour aider à généraliser le BIM.

Christophe Morel, *directeur du PTNB*

Les IFC (*Industry Foundation Classes*) constituent un modèle de données dédié au BIM. Il a été développé par buildingSMART depuis déjà vingt ans et c'est aujourd'hui la **seule solution pour transmettre** une maquette numérique entre deux logiciels issus d'éditeurs différents. La version IFC4 est devenue une **norme ISO** en mars 2013 (ISO 16739:2013).

Les IFC traitent essentiellement du contenu d'un bâtiment, selon différents points de vue et pour toutes les phases du cycle de vie. Un grand chantier est en cours dans le cadre de l'Infra-Room de buildingSMART pour étendre le périmètre de la **modélisation aux infrastructures**.

BuildingSMART a adopté plusieurs normes ISO pour le format de fichier IFC (ISO 10303-21:2002), la **structuration du dictionnaire des données** buildingSMART (ISO 12006-3) et la modélisation des processus (ISO 29481).

BuildingSMART a également défini deux standards complémentaires aux IFC : **MVD** (*Model View Definition*) pour décrire un sous-ensemble des IFC et **BCF** (*BIM Collaboration Format*) pour communiquer les observations sur une maquette numérique dans le cadre d'une revue de projet.

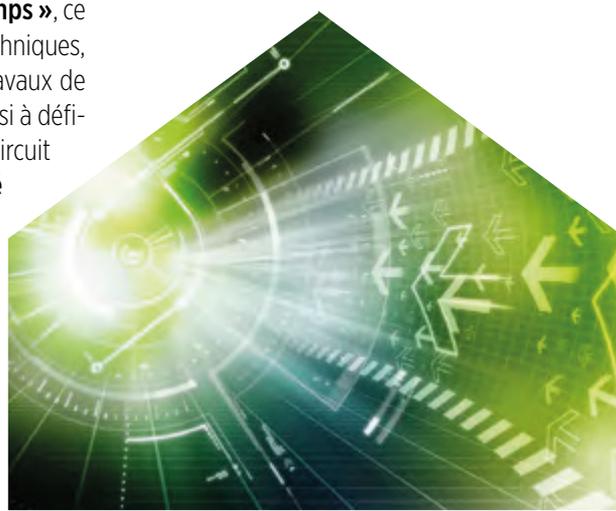
Bernard Ferriès, *coordinateur technique France dans buildingSMART*

Le renseignement de la maquette numérique avec des produits ou des systèmes constructifs a besoin de normalisation pour établir une **méthodologie commune de description et de gestion des propriétés des produits et systèmes**. La France s'est emparée du sujet au travers de l'Afnor, l'AIMCC et de Mediaconstruct : début 2015, la norme expérimentale **XP P07-150** a été publiée et a été portée au Comité européen de normalisation avec ses 33 pays membres. Pour l'instant, la France a obtenu l'animation et le secrétariat du groupe de travail dédié à ces problématiques. En novembre 2015, Mediaconstruct a obtenu que **XP P07-150** soit le socle de développement des modèles de données produits (Product Data Templates ou PDT) dans la Product Room buildingSMART international.

Frédéric Grand, *responsable Product Room Mediaconstruct-AIMCC représentant la France dans buildingSMART*

Nous avons tous besoin d'une méthodologie commune sur « **comment les données du projet sont créées, partagées et enrichies dans le temps** », ce qui implique le degré de maturité des données, les spécifications techniques, ou encore les besoins en fonction des exigences du livrable... Les travaux de normalisation – au niveau du CEN mais aussi de l'ISO – s'attellent ainsi à définir : les *datadrop* (les données d'entrées et de sorties), les *datahow* (circuit de l'information) et les *dataflow* (les phases). **Un référentiel normé de process métiers ou Informations Delivery Manual (IDM)** – intégrant le modèle d'exigences du client – permettra à toute entreprise de se lancer avec confiance dans le BIM.

Marie-Claire Coin, *représentant EGF.BTP au CEN sur les IDM*



BIM management, un savant mélange

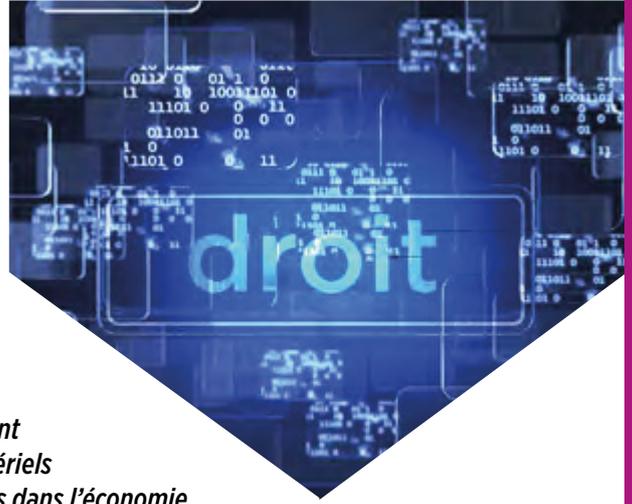
La mission de « coordination du BIM » n'est aujourd'hui pas encore clairement définie, parce qu'elle est utilisée suivant divers points de vue. À l'échelle d'une agence, d'un bureau d'études, d'une entreprise ou encore du service technique d'un exploitant de bâtiment(s), le BIM manager met en place des méthodes et outils pour la production ou la gestion d'information BIM, selon les besoins stratégiques de son entreprise. Ces besoins peuvent concerner la production et la gestion des données en interne, et s'étendent aux interfaces avec d'autres corps de métiers, soit pour délivrer, soit pour réceptionner des données BIM.

Dans le cadre d'un projet, la mission est étroitement liée à sa position contractuelle, à l'envergure de l'opération et de l'équipe, ou encore aux standards et technologies mis en œuvre. Le BIM manager peut alors être positionné comme assistant du maître de l'ouvrage, avec par exemple des tâches de contrôle et de présentation de l'information aux décideurs, ou encore de liaison de données issues du BIM à d'autres systèmes d'information (gestion et maintenance [GMAO], comptables...). Il peut également agir comme membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre, avec une responsabilité liée à la coordination géométrique des modèles, voire jusqu'à la synthèse technique.

Quoi qu'il en soit, qu'on parle de missions du BIM manager ou de fonctions de BIM management, on peut en identifier quelques caractéristiques :

- elle est formalisée dans un **protocole**, décrivant l'organisation des processus de production et de partage de données BIM, adapté au projet où il s'applique, contractuel ou pas ;
 - elle s'appuie sur un **environnement technologique garantissant l'échange de données** entre corps de métiers, la maîtrise des responsabilités associées, le contrôle (de plus en plus automatisé) et la traçabilité ;
 - enfin, la **livraison de données pour l'exploitation** (DOE++) est un aspect crucial de la prestation de BIM management pour les exploitants, comprenant en particulier les espaces physiques, le mobilier et l'équipement technique ainsi que les informations associées utiles à la maintenance.
- Ces missions ne peuvent pas être complètement standardisées à l'heure actuelle. C'est pourquoi l'organisation d'un projet de construction ou de numérisation d'un patrimoine bâti doit aujourd'hui prendre en compte :
- la **maturité des intervenants**, producteurs ou consommateurs de données en lien avec les maquettes virtuelles, pour fixer des objectifs de modélisation et d'échanges de données qui soient réalistes, utiles et rentables ;
 - la **nécessaire formation** des équipes, pan stratégique d'une démarche BIM à l'échelle d'une organisation, voire d'un projet. Un cadre pour la description des compétences et qualifications relatives au BIM est plus que jamais nécessaire. Différents projets s'y attellent aux échelles nationale et européenne.
- Pour résumer, cette mission ne réussit que par un savant mélange de management humain, de formalisation de processus collaboratifs et de maîtrise technologique.

Sylvain Kubicki,
Luxembourg Institute of
Science and Technology (List)



La capacité intégratrice du numérique permet de collecter sur un support unique un important volume de données induisant un nouveau type de collaboration et la création de biens immatériels dont la protection et la valorisation sont des enjeux stratégiques dans l'économie de la connaissance. Aussi, afin que le droit demeure un facteur d'innovations économiques et sociales, la mise en œuvre du BIM sur un projet doit être contractuellement encadrée, tant dans son principe qu'en matière de responsabilités des acteurs et de gestion des droits de propriété intellectuelle.

Les enjeux juridiques actuels du BIM

Xavier Pican,
avocat associé –
Lefèvre Pelletier &
Associés, missionné
par le PTNB pour un
rapport Droit du
numérique et
bâtiment

L'importance du nombre et la diversité des contributions à la maquette numérique soulèvent de nombreuses difficultés relatives au régime de **propriété intellectuelle applicable**. La mutualisation de données et informations massives engendre également un risque **d'appropriation illégitime** de ces informations par l'un ou l'autre des contributeurs et leur **diffusion – sans droit –** dans le cadre d'un nouveau projet. Alors qu'objectivement un outil numérique contributif présente de nombreux avantages techniques, l'absence de **traçabilité** des contributions, les multiples intégrations et **modifications** des données peuvent complexifier la faculté de **détermination des responsables**, notamment en cas de dysfonctionnement.

Le régime de propriété de la maquette numérique doit être réglé par la **négociation contractuelle**, en particulier pour permettre une **gestion des accès à la maquette**, leur temporalité, leurs modalités d'utilisation et définir le régime de propriété de chacune des contributions dès sa création, pendant et après le projet de construction. Les contrats du secteur immobilier permettent de déterminer les acteurs, leurs contributions, le régime d'exploitation et la dévolution des droits durant le projet et au-delà. Le contrat doit aussi **gérer la responsabilité** des acteurs du BIM, des auteurs de la maquette numérique, des éditeurs de

logiciels, des prestataires de services informatiques et de tout autre acteur ayant vocation à intervenir dans ces nouvelles modalités de conception immobilière. De plus, les données circulant au sein de la maquette numérique et des logiciels de BIM devraient se soumettre à des **mécanismes de certification**.

Afin que le carnet numérique du bâtiment soit exploitable, **les données doivent être valorisées**, mises à jour et organisées pour chaque projet, afin d'éviter qu'il ne devienne un instrument inutilisable et impropre à la transition énergétique. Une **interopérabilité** des données est ainsi essentielle pour permettre l'utilisation optimale du BIM et la fluidité des échanges. Cette interopérabilité est également une garantie supplémentaire pour les acteurs dans leurs relations contractuelles.

Enfin doit être établi un **pack de conformité CNIL** s'appliquant de la conception à l'exploitation/maintenance d'un bâtiment connecté en passant par les opérations de mutation. Ce pack sera très utile au secteur immobilier et devra notamment tenir compte de l'influence du futur règlement européen renforçant la protection des données personnelles et les obligations des acteurs dans ce domaine.



Faire du BIM en étant dans son droit

La mise en œuvre du BIM dans les documents contractuels se fait au **niveau du contrat principal** avec le maître de l'ouvrage et entre le(s) titulaire(s) du marché et ses (leurs) partenaires (cotraitants et sous-traitants). Qu'elle soit privée ou publique, la commande doit clairement préciser la nature des exigences BIM attendues. S'il décide de réaliser son projet à l'aide du BIM, le maître de l'ouvrage devra s'interroger sur les objectifs qu'il souhaite atteindre. À cet égard, lui et ses équipes pourront indiquer, parmi les cas d'usage, ceux qui répondent à leurs besoins (gestion numérique de l'exploitation et de la maintenance de l'ouvrage, maîtrise des délais et des coûts, programmation des opérations de rénovation et réhabilitation, etc.). Au Royaume-Uni, l'ensemble de ces éléments est précisé dans le **protocole BIM**, document incorporé au contrat principal. Au niveau des équipes BIM, il est recommandé de mettre en place une convention pour l'exécution du protocole BIM. Son objet est de décrire les règles relatives aux usages du BIM dans le contexte de l'opération. Elle correspond à l'actuel plan qualité et sert de référence dans la conduite du projet.

Les responsabilités classiques des acteurs (civile, décennale, etc.) ont vocation à s'appliquer : le BIM ne bouleverse pas les régimes connus. Mais le **processus de collaboration** entraîne des conséquences **sur l'imputation et le partage des responsabilités**. Pour éviter cet écueil, il convient notamment d'identifier dès le démarrage du projet le **niveau de maturité des acteurs**. La **traçabilité des contributions** est un rempart contre les risques de dilution de la responsabilité dans les chaînes de contrat. En cas de conflit, l'archivage numérique, pour être admis sur le plan probatoire, devra conserver l'intégrité de la traçabilité des contributions. Celle-ci devrait permettre également une déli-

mitation plus précise du quantum si le principe de responsabilité solidaire est retenu par les juges du fond.

En outre, les processus BIM soulèvent une interrogation, notamment en phase de conception : la pratique a montré la difficulté qu'il y a parfois à se prémunir en amont d'une donnée qui est amenée à évoluer, mais qui doit être transmise par un intervenant pour les besoins d'un autre. Ainsi, parmi les données mises à disposition, il convient de distinguer celles qui sont fiables de celles qui sont amenées à évoluer. Une solution, pour surmonter cette difficulté, pourrait être la définition de métadonnées juridiques et leur rattachement à chaque donnée pour définir un **statut juridique des données partagées dans le système d'information**.

Au-delà du statut juridique de la donnée, la question de la fiabilité des données est aussi liée à la cybersécurité. Les fichiers électroniques sont vulnérables face aux virus, vols de données, hacking, etc. À cet égard, les garanties techniques quant à la **manière de sécuriser les données** pour éviter leur perte et les restituer aux bonnes personnes au bon moment doivent figurer dans le contrat.

Concernant le partage de responsabilité avec les éditeurs de logiciels, le risque éventuel a trait à la survenance d'un défaut de construction engendré par un dysfonctionnement de l'outil. Pour préparer cette éventualité, les acteurs doivent ménager en amont la mise en jeu de leur responsabilité dans **leur contrat de licence d'utilisation**.

Christophe Merienne,
*président de la commission juridique
de Syntec Ingénierie*

Morgan Lefauconnier,
doctorante

Le BIM, annonciateur d'une amélioration historique de la qualité, à condition que...

En préfigurant le bâtiment, son processus de construction puis son exploitation au travers d'un travail collaboratif entre tous les acteurs et en rendant interopérants leurs outils, le BIM est annonciateur d'une amélioration historique de la qualité dans la construction et de la prévention des pathologies. Autres améliorations potentielles importantes : le BIM permettra une meilleure **prise en compte des remarques des usagers** en facilitant le dialogue et en autorisant les « adaptations intelligentes » et donc une meilleure appropriation des projets. De même, les changements de produit seront facilités par la capacité de l'outil à **gérer les interfaces**.

Mais le chemin est encore long, nous n'en sommes qu'aux prémices! Et plusieurs écueils sont à éviter. Tout d'abord, **l'outil est au service de l'homme** : ce n'est pas à lui d'imposer les organisations, ce n'est pas lui qui doit penser à la place de l'homme et imposer ses modèles. Ainsi, contrairement à ce que certains évoquent, il n'y a pas obligation de revoir les schémas organisationnels entre les acteurs de la construction. Ensuite, il faudra que **l'outil et les objets de conception soient ouverts** pour ne pas fermer la concurrence entre produits. Enfin, il faudra être attentif à la bonne prise en compte dans le BIM des informations sur le cadre du projet, des caractéristiques et performances des produits, des problèmes d'interface et de leurs traitements...

Dans le cadre de son observatoire, l'AQC a pu constater qu'un mauvais usage du BIM pouvait avoir des conséquences majeures avec la **systématisation d'erreurs pathogènes**. Par ailleurs, il ne faut pas oublier qu'une erreur de saisie, qu'une mauvaise référence de contraintes... n'est pas toujours facile à détecter.

Philippe Estingoy,
*directeur général de l'Agence
Qualité Construction (AQC)*



Les processus BIM pour les infrastructures

Christophe Castaing,
Codirecteur
du projet de recherche
MINnD¹, président
de l'Infra-Room
buildingSMART

Deux définitions sont nécessaires pour préciser les spécificités des infrastructures :

- « l'ensemble des installations réalisées au sol ou en souterrain permettant l'exercice des activités humaines à travers l'espace » (*Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, définition de Choay et Merlin);
- la définition de l'ingénierie des systèmes établit que le niveau de complexité d'un projet se mesure au nombre d'interfaces et d'acteurs.

Alors on comprend que le BIM des infrastructures par rapport au bâtiment n'est pas une simple question d'ouvrages, d'échelles ou d'outils. Les parts du processus et du collaboratif y sont forcément déterminantes, voire prédominantes.

Level of BIM maturity in infrastructure. Un projet de bâtiment et un projet d'infrastructure routière se réfèrent différemment au niveau de maturité 2 tel que défini dans le standard du Royaume-Uni.

- Dans le bâtiment, les processus s'appuient très fortement sur des objets 3D, assemblés dans des outils métiers, pouvant produire de l'IFC standard. Cependant, le degré de maturité est moindre dans la partie collaborative, par manque de maturité des outils du marché, qui ne s'appuient que sur la gestion de fichiers.
- Dans un projet d'infrastructure, les processus s'appuient sur des modèles plutôt que sur des objets qui ne sont pas nativement implantés dans les outils métiers. Mais, comme les outils collaboratifs s'appuient sur les fichiers, il est possible d'aller assez loin dans la gestion collaborative des modèles et le partage. Cependant, il faut ajouter que les niveaux de maturité sont très hétérogènes pour les ouvrages des infrastructures et que les standards interopérables sont en cours de développement (OGC) ou d'extension (IFC alignment, Bridge, etc.).

Data drop or concurrent engineering (C.E.). Cette différence de maturité peut entraîner deux approches différentes du management du BIM dans un projet : l'une privilégiant la notion de livrables (*data drop*) et l'autre privilégiant le processus organisé autour du management de la qualité et de l'approbation ! Il faut comprendre que ces deux approches sont liées au niveau de maturité des outils disponibles sur le marché, ce qui introduit des architectures et du management de projet différents. Chercher à réunifier ces deux approches passe par des spécifications en direction des éditeurs de solutions et de la standardisation.

The BIM execution plan (ou convention BIM). Il est à considérer non pas seulement comme un document contractuel essentiel, mais aussi comme un moment clé de clarification avec les différents partenaires du projet sur les objectifs à se fixer autour du BIM. Il est d'autant plus essentiel sur un projet d'infrastructure que la maturité des outils est hétérogène. S'il est possible de s'appuyer sur des *BIM execution* plans existants, il n'en reste pas moins qu'il faut les adapter pour répondre aux spécificités des projets d'infrastructures.

Model review and project review. Si l'on considère le processus et le collaboratif comme le cœur du sujet, alors l'organisation des revues de modèles et des revues techniques de projet devient l'objet principal dont découlent les processus d'approbation et de soumission des livrables. L'intégration des modèles et l'action collaborative se font en dehors des outils métiers avec des provenances très diverses : logiciels de structure, logiciels d'architecture, logiciels d'infrastructure linéaire, SIG, etc. Cela exige donc un niveau de partage et de collaboration très élevé pour garantir le niveau de confiance entre les différents partenaires. Les rôles de BIM manager et de BIM coordinateur deviennent primordiaux pour chaque partenaire afin de pouvoir gérer la réelle complexité du projet. Si le développement du BIM dans les infrastructures doit éviter de réinventer la roue, il serait, néanmoins, erroné de penser qu'il suffirait de faire un « copier-coller » pour passer de l'un à l'autre. En effet, l'interopérabilité, les outils, les processus ont besoin d'être revisités pour vérifier leur pertinence et en produire de réelles valeurs ajoutées.

1. MINnD : Modélisation des informations interopérables des infrastructures durables, projet national de recherche labellisé par le MEDDE - www.minnd.fr

MNU et CIM BIMent

La maquette numérique urbaine (MNU), **véri-
table avatar digital de la ville**, permet d'observer à loisir, de comprendre, gérer, mesurer, tester, simuler le territoire, en vue d'évaluer des choix d'aménagements à venir.

Elle permet d'abord de **visualiser de façon simple et réaliste** le territoire de la collectivité et **d'accéder à n'importe quelle information d'un simple clic** : par exemple, l'année de construction de tel bâtiment ou la nature, la capacité d'un réseau enterré (si l'information existe). Il est même possible aujourd'hui de **connecter la MNU à certains objets urbains**, afin de la mettre à jour automatiquement et de suivre, par exemple, des indicateurs de performance (*monitoring*). Un autre aspect important et en devenir est la possibilité de **confronter la MNU aux exigences réglementaires** du territoire. On pourra ainsi vérifier la cohérence d'une proposition d'aménagement avec les contraintes du PLU ou les règles d'une ZAC ou d'un éco-quartier. Hauteur des bâtiments, conformité aux limites parcellaires, disponibilité des réseaux, etc. Un pas de plus vers le permis de construire numérique!

Enfin, la MNU est fondamentalement **une base d'informations structurée** permettant de recourir aux outils d'aide à la décision tels que la simulation numérique. Elle fournit aux bureaux d'études la matière première pour travailler et s'enrichit des résultats produits pour les offrir à d'autres, toujours dans le même format. Tout le monde parle la même langue, et cela permet de capitaliser les productions de chacun. Une fois connectée à des moteurs de simulation physique, la MNU aide à évaluer les expositions et les impacts, les performances énergétiques et environnementales, et les potentiels d'un projet ou du territoire. Il est même possible de réaliser des ateliers de co-conception permettant de réunir les experts et les riverains concernés par un projet : la MNU dissout les frontières entre les métiers, les différences de technicité, grâce à la visualisation 3D enrichie de résultats sous forme didactique (cartes de couleur pour les niveaux de bruit, la consommation, la pollution, le rayonnement électromagnétique, etc.).

Si l'on considère que le BIM se situe à l'échelle du bâtiment, on trouve également **des maquettes numériques « BIM »**

comportant plusieurs bâtiments, par exemple dans un hôpital ou un centre d'affaires comme la Défense. De la même façon, on trouve des **MNU qui vont très loin dans le détail du bâtiment**. Le format **CityGML** permet, par exemple, de décrire les murs et l'intérieur d'un bâtiment dans le LOD4 le plus élevé. Ainsi, la frontière est floue entre BIM et MNU, et il y a aujourd'hui encore débat sur les recouvrements entre modèles « urbains » (typiquement format CityGML) et modèles « bâtiments » (typiquement format IFC). Il est possible de faire cohabiter les deux modèles en faisant des choix simples : nous préconisons d'utiliser le CityGML à l'échelle territoire/quartier, et nous **intégrons des IFC** dès qu'on se rapproche d'un périmètre projet, comprenant les bâtiments à construire. Une simple référence vers cet IFC depuis le LOD3 CityGML permet alors de passer d'une échelle à l'autre.

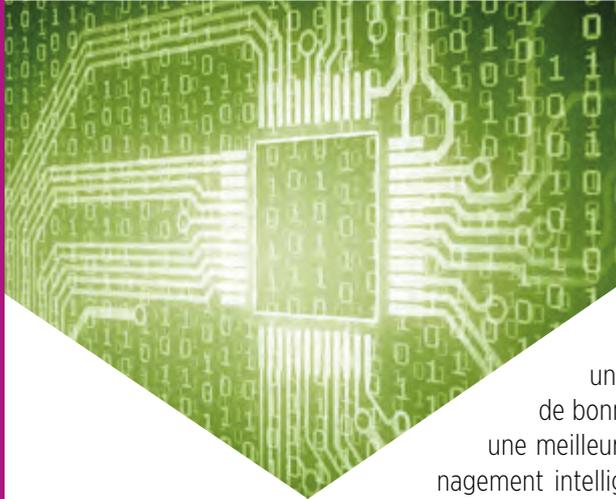
Un autre point de convergence entre BIM et MNU réside clairement dans le fait que, dans **l'openBIM**, il s'agit de deux modèles « objet », qui possèdent des structures assez identiques : la MNU va hiérarchiser des éléments urbains (végétation, bâtiments, mobilier urbain, surfaces d'eau, etc.) depuis le « CityModel » jusqu'aux murs des bâtiments, tandis que le BIM hiérarchise principalement à partir du « Building » jusqu'au composant, voire la vis et l'écrou (même si, de plus en plus, les emplacements et environnements de ces bâtiments sont pris en compte, comme l'« IFCSite »).

Depuis deux ans, nous avons pris l'habitude de parler globalement de **BIM multiéchelle**, plutôt que d'utiliser les termes MNU ou CIM (*City Information Model*), qui finalement peuvent générer des incompréhensions, alors que la différence reste liée principalement à l'échelle.

Julien Soula,

*chef de la division maquette numérique
et ingénierie concourante – CSTB*





Convergence BIM et SIG : une charte éthique à partager

BIM et SIG tendent vers un même but : permettre de bonnes prises de décisions et une meilleure gestion, pour un aménagement intelligent et durable du territoire. Cependant, il s'agit là de deux mondes juxtaposés, qui ont évolué séparément, en oubliant souvent leur existence réciproque. L'ignorance mutuelle de « son voisin » tient probablement plus à des cultures professionnelles différentes (y compris pour la formation initiale et continue) et à des besoins formalisés différemment, qu'à des outils logiciels et des données d'entrées différents.

La complémentarité BIM et SIG est pourtant évidente : une infrastructure, quelle qu'elle soit (bâimentaire, transport, etc.), est positionnée dans un espace géographique, clairement géolocalisé, et connectée à son environnement réel (foncier, voirie, paysage, réseaux, etc.), dont elle ne peut s'abstraire. Même si c'est encore aujourd'hui un fonctionnement et une intervention territoriale distincts, BIM et SIG sont « obligés » de se rapprocher : on y tra-

vaille déjà! Partage de la connaissance pour **prendre conscience** des spécificités de chacun et échanges de bonnes pratiques permettent **d'avancer sur les convergences**, en évitant de rejouer les mêmes erreurs.

Avec l'émergence de nombreuses modélisations 3D territoriales, la question s'est posée de la **qualité de leur représentation**, pas uniquement sur la visualisation d'un projet modélisé, mais sur ce qu'il deviendra réellement : comment être sûr qu'une modélisation 3D d'une infrastructure qui n'existe pas encore correspond à ce qui sera effectivement construit demain? **La Charte d'éthique de la 3D** (www.3dok.org) a été créée pour répondre à cette question, en insistant, entre autres, sur l'aspect information/documentation des modélisations présentées. Elle est devenue, depuis 2010, une référence internationale, qui peut s'appliquer aussi bien au SIG qu'au BIM, **la notion de documentation de ce qui est modélisé restant le vecteur commun**.

Hervé Halbout,
spécialiste SIG et BIM

La convergence du BIM et de l'industrie du Building Automation and Control (BAC)

Dans les cahiers des charges de l'avenir, il ne suffira pas d'indiquer que le BIM (la maquette numérique) doit être utilisé, mais aussi de préciser la couverture des étapes dans le cycle de vie du bâtiment qui sont couvertes. Cela implique de prendre en compte les besoins des métiers qui doivent participer à la performance d'exploitation du bâtiment, et en particulier la régulation et la GTB.

Il faut savoir qu'à ce jour nous avons globalement une vision en trois parties concernant le bâtiment : le bâti (l'enveloppe, le gros œuvre), les systèmes techniques du bâtiment et sa gestion. Dans les maquettes qui seront utilisées, le BAC (Building Automation Control) a besoin d'une description qui lui est propre :

- **des composants qui sont positionnés** sur la maquette (où j'ai mis ma sonde de température, CO₂, etc.);
- **comment sont reliés ces composants entre eux** (avec des bus de communication standardisés du type BACnet, KNX et LON);

- **les fonctions** qui sont mises en œuvre pour le confort des occupants avec une consommation minimale d'énergie.

Pour ce faire, les modèles pour le point 1 sont les plus faciles à réaliser, et la réponse est plutôt du côté des constructeurs; pour le point 2, la prise en compte des **bus de communication ne doit pas s'arrêter au traçage des câbles physiques**; et pour le point 3, il y a un grand travail futur pour mettre **d'accord les buts pour le BIM avec ceux de la gestion active du bâtiment** (régulation et GTB). Tels sont les vrais enjeux du BIM et du *smart building* pour les professionnels et le marché afin que les maquettes numériques soient vraiment partagées et gérées dynamiquement par tous les professionnels.

Jean-Daniel Napar, président du syndicat ACR
et de l'association BACnet France,
vice-président de KNX France

BIM et IoT, les deux dimensions du numérique dans le bâtiment

Le BIM et l'Internet des objets (ou IoT, *Internet of Things*) sont deux mouvements indépendants qui viennent bouleverser le secteur du bâtiment. Le premier **décloisonne le secteur de la construction** en créant une liaison naturelle en temps réel entre la conception, la réalisation, l'exploitation et la maintenance du bâtiment. Le second, par ses capteurs et actionneurs accessibles en temps réel (ou du moins fréquemment), **révèle des phénomènes peu ou mal mesurés auparavant**. Des perspectives nouvelles sur **la visibilité et l'interaction en temps réel avec le bâtiment** apparaissent alors.

BIM et IoT exposent des informations qui étaient autrefois cantonnées auprès des « spécialistes ». Le BIM relie le monde virtuel au monde réel en créant un avatar numérique du bâtiment, alors que l'IoT relie le monde réel au monde virtuel en instrumentant notre environnement et en permettant sa modélisation, sa surveillance ou son contrôle. Même si ces **deux forces travaillent en sens inverse**, BIM et IoT font tomber les barrières.

A priori, BIM et IoT se suffisent à eux-mêmes et n'ont pas besoin l'un de l'autre pour déployer leurs services. Pourtant, **la rencontre du BIM et de l'IoT ouvre de nouvelles perspectives**. Lorsque les données s'inscrivent dans la maquette numérique, elles gagnent la dimension de géolocalisation et se contextualisent dans l'environnement. Les données se transforment naturellement en informations ! La maquette numérique devient un support naturel pour visualiser les informations. Or, le sujet de la visualisation s'avère critique devant la masse d'informations générée qu'il est nécessaire d'analyser. **Les outils d'analyse les plus performants ne sont pertinents que si leurs destinataires sont capables d'appréhender les résultats**. Des innovations multiples se profilent sur le sujet de la visualisation et des interfaces : interfaces 3D, interfaces vocales, réalité virtuelle ou augmentée, lunettes d'immersion 3D, etc. De nouvelles formes de navigation à travers les informations produites par les réseaux de capteurs et les systèmes d'analyse se développent. Les informations apparaissent

ainsi incluses dans la maquette numérique, voire dans le bâtiment (avec la réalité augmentée) et sont ainsi bien plus compréhensibles, donc utilisables.

La maquette numérique ne se contente pas d'abriter les données et de permettre d'y naviguer. Elle sert également **de support pour simuler des comportements**. Les informations recueillies par les capteurs fournissent les données de base, enrichissent le modèle et améliorent sa précision. Le bâtiment s'anime ainsi et révèle son comportement autrefois caché auprès de ses occupants, gestionnaires ou propriétaires. La simulation, aujourd'hui principalement utilisée dans les phases de conception, sera de plus en plus associée aux phases d'exploitation et de maintenance. **Le BIM et l'IoT rencontrent ainsi l'analytique**. En effet, l'IoT n'offre pas seulement la capacité à collecter des données, mais également à actionner des systèmes à distance. Le modèle d'exploitation du bâtiment, qui s'était organisé à travers les systèmes de GTB (gestion technique du bâtiment), fonctionne actuellement principalement par politique ; le profil de fonctionnement du bâtiment varie suivant les jours et les heures. L'association du BIM, de l'IoT et de l'analyse permet de concevoir des bâtiments interactifs qui s'adaptent automatiquement selon les activités des occupants afin de maximiser les ressources et le confort. Nous entrons dans une nouvelle **dynamique centrée autour des usages**.

Nous avons donc des mondes qui se rejoignent et se complètent : l'IoT, par son lien avec le réel, fournit le système nerveux et musculaire, tandis que le BIM, avec sa capacité d'abstraction et de visualisation, complète par les outils d'analyse et de calcul, pourvoit le cerveau. Notre bâtiment possède ainsi le potentiel de s'adapter en permanence de manière pertinente à ses occupants. Assistons-nous à **l'émergence du bâtiment apprenant ?**

Olivier Seznec,
expert numérique



● ● ● Abécédaire du BIM

BIM management : est constitué de la maîtrise d'ouvrage, d'un BIM manager et des coordinateurs BIM de chaque contributeur du projet.

Le BIM management consiste à :

- l'élaboration de la convention et son suivi;
- la consolidation de la maquette aux points d'étape;
- la conversion des objectifs BIM du projet en **usages BIM**;
- le contrôle qualité du respect de la réalisation des cas d'usage.

Il s'applique à chaque étape du cycle de vie du projet.

BIM pour Building Information Modeling : méthode de travail basée sur la collaboration autour d'une **maquette numérique** (Building Information Model). Chaque acteur de la construction utilise cette maquette et en tire les informations dont il a besoin pour son métier. En retour, il l'enrichit de nouvelles informations pour aboutir à un objet virtuel, représentatif de la construction, de ses caractéristiques géométriques et des propriétés de comportement.

Cahier des charges BIM : à ne pas confondre avec **convention BIM**. Document du maître d'ouvrage (MO) précisant pour le projet les exigences et objectifs des intervenants successifs du projet, incluant éventuellement ceux de la charte BIM du MO, qui lui précise ses attentes liées au BIM.

Configurateur : outil numérique à l'usage des fabricants de matériaux, composants et systèmes, en vue de normaliser les catalogues de composants (notamment au format IFC) pour les importer dans la maquette numérique.

Convention BIM (dit aussi, en anglais, *BIM execution plan*) : document décrivant les méthodes organisationnelles et de représentation graphique d'un projet spécifique ainsi que les process, les modèles, les utilisations. Une **convention BIM** est élaborée par le BIM management à n'importe quelle étape du cycle de vie de l'ouvrage, mais idéalement le plus tôt possible. Elle est soumise à chacune des parties lors du démarrage du projet BIM, de préférence en début de phase.

Coordinateur BIM : chef de projet d'un cabinet d'architecture, bureau d'études ou entreprise qui gère la partie du projet spécifique traitée en BIM par son entité. Il forme les sous-traitants impliqués dans la génération de modèles numériques BIM et participe à l'élaboration de la convention BIM. Il pilote et audit également les modèles BIM selon les contrôles qualités définis par la convention BIM.

Format ouvert vs propriétaire : un format de fichier est ouvert par opposition au format propriétaire quand il permet d'être échangé entre plusieurs logiciels. Un format de fichier ouvert définit un protocole de communication, d'interconnexion ou d'échange et tout format de données interoperable et dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre. Un format de fichier est propriétaire lorsqu'il caractérise un éditeur disposant d'une solution logicielle ou d'une gamme de solutions logicielles. Le format propriétaire est régi par les lois relatives au copyright et à la *trade mark* (TM) et n'est généralement pas compatible avec d'autres formats propriétaires.

IFC (*Industry Foundation Class*) : langage orienté **objet** utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels. C'est un **format ouvert** de fichier, labellisé ISO 16739 depuis 2013. Il a pour but d'assurer l'**interopérabilité** des logiciels métiers BIM.

Ingénierie concourante ou simultanée (dit aussi processus de conception intégrée – PCI) : approche de travail pour concevoir un projet/produit – de sa conception à sa mise à disposition – intégrant la définition du produit, les processus de fabrication et tous les autres processus requis dans le cycle de vie tels que, notamment, le fonctionnement (dans des environnements mécaniques, thermiques, acoustiques, électromagnétiques...) ou la maintenance. En découle un engagement de tous les acteurs dès le début du projet dans la compréhension des objectifs recherchés et de l'ensemble des activités qui devront être réalisées, et la création d'équipes multidisciplinaires et/ou multimétiers qui travailleront de manière collaborative, à l'inverse donc de l'ingénierie séquentielle.

Interopérabilité : capacité d'échanger par la présence d'un standard neutre et ouvert des données entre les différents « modèles » sans dépendre d'un acteur ou d'un outil en particulier.

Maquette numérique (Building Information Model) : est constituée de multiples types de composants, qui sont organisés et décrits dans une base de données structurée et qui représentent des éléments réels de la construction. Elle contient des **objets BIM** portant l'ensemble des informations et des propriétés du projet. Cette maquette est réalisée à partir d'outils informatiques BIM. Cette base de données peut être exploitée de différentes façons : représentation géométrique 3D, tableaux, nomenclatures d'objets.

Niveau de développement : niveau nécessaire d'informations lié aux objets en matière de détails, de coordination et d'information.

C'est la somme des niveaux :

- **de détail (LOD ou Level of detail)** : description des granularités de la propriété géométrique des maquettes numériques qui seront attendues aux différents stades du projet de construction ;
- et **d'information** : description de la granularité des données et propriétés incluses dans le modèle 3D.

Il existe plusieurs niveaux de développement, de plus en plus précis en fonction des besoins de l'avancement du projet.

OpenBIM : désigne l'interopérabilité pour le BIM. C'est la possibilité d'échanger des données entre logiciels BIM d'éditeurs différents, grâce à un standard d'échanges. La norme reconnue d'interopérabilité BIM est l'**IFC**, développée par l'association buildingSMART.

Plate-forme collaborative BIM : infrastructure d'échanges de données liées à un projet selon des méthodologies définies. Elle centralise tous les outils liés à la conduite de projet et à la gestion des

connaissances liées à ce même projet et les met à la disposition des acteurs dudit projet.

Processus BIM : ensemble d'opérations, d'actions ou d'événements mis en œuvre pour atteindre un ou plusieurs objectifs BIM.

Protocole BIM : il regroupe un ensemble de règles et de procédures à respecter, qui définissent les axes principaux du processus BIM de l'entreprise. Il peut servir de socle pour l'élaboration d'une convention BIM (il convient de différencier protocole et convention).

Objet BIM : représentation virtuelle d'un élément de construction, en trois dimensions, formellement identifié (par exemple, un mur, une dalle, une porte, un étage...), avec ses propriétés (par exemple, propriétés des matériaux, résistance mécanique, transmissivité thermique...).

Systèmes d'information géographique : système capable d'organiser et de présenter des données spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Il représente l'équivalent du BIM pour les infrastructures urbaines et géographiques. Une des normes de référence des SIG est le CityGML.

Travail collaboratif : désigne la coopération entre les membres d'une équipe afin d'atteindre un but commun. Coopérer repose principalement sur le dialogue et l'échange (cf. **Ingénierie concurrente**).

Usage BIM (BIM Use ou Model Use) : un usage BIM est une explicitation de processus métiers intégrant des pratiques BIM, c'est-à-dire la description d'un processus concret tel qu'il sera mis en œuvre sur un projet. Cela permet de décrire factuellement les usages voulus des maquettes numériques, les interactions des différents acteurs avec cette base de données, pour des actions métiers précises allant de la production d'images jusqu'à l'exploitation de bâtiment.

Liens utiles – Sources

- www.objectif-bim.com
- www.hexabim.com
- www.mediaconstruct.fr/sinformer/le-blog-du-bim
- Article de J. Renou : http://conseils.xpair.com/actualite_experts/bim-2015-faisons-le-point.htm
- *BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction*, 2^e édition, Eyrolles-CSTB-Mediaconstruct, 2015.
- Rapport de Groupe d'analyse de l'action publique pour le mastère PAPDD, *Révolution numérique dans le bâtiment : analyse des gains escomptés par la diffusion des outils numériques (BIM et maquette numérique) dans le secteur du bâtiment*, Pauline Chone, Clément Colin, Mélanie Delaplace, Xavier Kénel-Pierre, Nicolas Thome, février 2016.
- *Guide méthodologique de rédaction d'une convention BIM*, réalisé dans le cadre du PTNB, Mediaconstruct, mars 2016.



BIMWORLD

PARIS 2017



PARIS / 29 + 30 MARS 2017

“breaking the innovation code
of real estate industry and urban design”

www.bim-w.com