

BIM Book

L'essentiel



Le BIM et la transformation numérique du secteur de la Construction

Édition actualisée

Sommaire

➤	Mieux comprendre le BIM	1
➤	Le BIM concrètement	4
➤	L'openBIM est fait pour vous	14
➤	BIM et au-delà	22
➤	Les tendances du BIM	31
➤	Abécédaire du BIM	36

BIM pour tous

Dans le domaine du bâtiment, des infrastructures et de l'aménagement urbain en général, la transition numérique se caractérise par la généralisation du Building Information Modeling. Bien plus qu'une représentation 3D, **le BIM est le socle de la mémoire du bâti sur l'ensemble de son cycle de vie.**

Pour que tout cela devienne réalité, il faut nécessairement accompagner...

- La conception de logiciels et d'univers numériques adaptés,
 - La définition et la diffusion des bonnes pratiques pour que chacun puisse intégrer l'évolution numérique.
 - La pré-normalisation puis la normalisation dans le but de pouvoir échanger les datas entre chaque acteur du secteur voire de l'Industrie,
- Depuis plus de 20 ans, bSFrance est un acteur majeur au sein de buildingSMART International pour définir et promouvoir l'openBIM et l'interopérabilité.

Mais le BIM ne vaut que s'il est partagé par tous ! Aussi, bSFrance a mis en place des groupes de travail pour qu'à terme nous puissions travailler tous ensemble en BIM. Reste la diffusion sur tout le territoire. En plus d'un dispositif de communication digital étendu, notre association nationale s'appuie sur des structures locales en région, qui fédèrent et organisent des événements majeurs pour toucher tous les acteurs.

La position de bSFrance est unique pour développer des outils « avec et pour » les acteurs du terrain, au plus proche de leurs attentes. C'est ainsi que nous visons un véritable « BIM pour tous », tourné vers l'avenir et sans exclusive !

C'est pourquoi nous avons besoin d'actions fortes de sensibilisation et de soutiens à la standardisation, pour ne pas subir mais être un acteur du développement du BIM. Nous n'avons rien à envier à nos voisins, alors montrons-le !

Benoît Vervandier, délégué général du Comité Scientifique et technique de bSFrance.

World wide : le BIM et au-delà

Le BIM est l'acte créateur et le support du développement d'un univers de solutions digitales pour la transformation numérique des industries de la construction, de l'immobilier et de l'aménagement urbain. En effet, il organise à travers les maquettes numériques 3D dynamiques, **la production massive de données fiabilisées et sécurisées.**

Dans le neuf comme dans l'existant, ces datas seront exploitées tout au long du cycle de vie des matériaux, des équipements, des bâtiments, des infrastructures et du cadre urbain. Les principes fondateurs d'interopérabilité – de partage, de réutilisabilité, mais aussi d'utilité – en font les briques élémentaires de cet univers digital **à partir desquelles d'autres innovations peuvent se développer** puis s'industrialiser :

- IoT, données et services liés aux objets connectés, aux smart buildings, avec notamment les « digital twins »

- services, outils de simulation et de modélisation jusqu'à l'échelle urbaine dans un nouveau continuum numérique,
- réalité augmentée et virtuelle qui interagissent avec les ouvrages et deviennent accessibles aux utilisateurs et à des professionnels de multiples métiers,
- organisations et systèmes d'information des entreprises qui s'enrichissent et se connectent aux maquettes,
- industrialisation, pré-fabrication, Impression 3D, co-botisation, intelligence artificielle, blockchain...

Modernisation des filières, qualité des ouvrages et création de nouvelles activités en lien avec l'Industrie 4.0 : tels sont les enjeux du BIM dont BIM World ne cessera de se faire l'écho en rapprochant les différents écosystèmes constitutifs des Smart Territories.

Les organisateurs de 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 recouvre trois notions 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*.

La norme NF EN ISO 19650 (sur le management de l'information) définit tout simplement le BIM comme **la modélisation des informations de la construction** : « utilisation d'une représentation numérique partagée d'un actif bâti pour faciliter les processus de conception, de construction et d'exploitation de manière à constituer une base fiable permettant les prises de décision. » (NB : les actifs bâtis comprennent, mais sans s'y limiter, les bâtiments, les ponts, les routes et les usines).

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 véhiculent 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.

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 bis		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.

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 4D. De même il est possible de gérer les informations « financières » d'un projet (ex. : estimation, des coûts, aperçu budgétaire d'un projet à un instant T) : c'est la 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). Le BIM, en tant que base de données métier, pourrait aussi intégrer des informations juridiques, sociales. Ce qui ne veut pas dire que toutes ces data sont partagées, du fait de la RGPD et de leur confidentialité. Le BIM, c'est donc beaucoup, beaucoup d'informations possibles, structurées et organisées : c'est du big data !

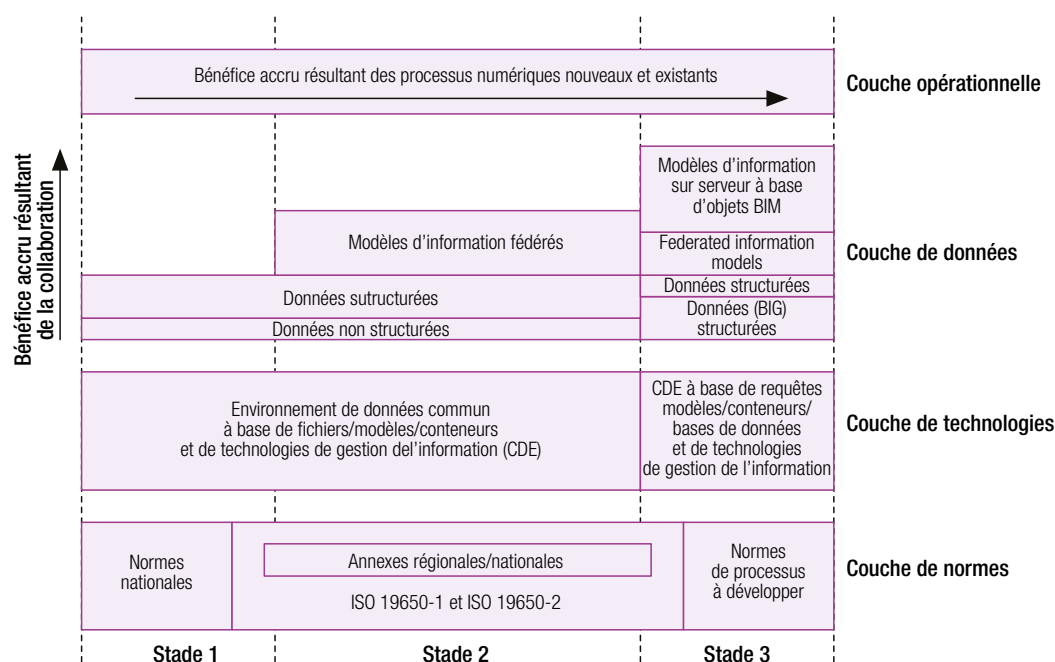
Faire du BIM, c'est travailler tous ensemble sur la maquette numérique unique d'un projet ?

Non, bien sûr, il existe différents niveaux de pratiques. Depuis la publication de la norme NF EN ISO 19650 en déc. 2018 et les travaux français sur son implémentation, la gestion de l'information peut être représentée sous la forme d'une série de **stades de maturité**. On ne parle donc plus de niveau 1 (BIM tout seul – isolé) ; de niveau 2 (BIM partagé ou collaboratif) ou niveau 3 (BIM intégré-centralisé ou iBIM).

- Le stade 1 symbolise cette 1^{re} marche de la manipulation du BIM dans l'entreprise.
- En stade 2 la différence c'est l'utilisation de modèles d'informations fédérés. « *Le stade 2*

combine un mélange de processus manuels et automatiques de gestion de l'information, qui sont utilisés pour générer un modèle d'information fédéré incluant tous les conteneurs d'information fournis par les équipes de travail en lien avec un actif ou un projet ».

- Le stade 3 représente une maturité plus avancée notamment par le recours à un modèle d'informations sur serveurs avec objets BIM et un CDE plus poussé qui permet de progresser d'une gestion de fichiers vers une gestion des données structurée..



Perspective des stades de maturité de la gestion des informations analogiques et numériques.
Source : p7 norme NF EN ISO 19650

Préciser sa maturité BIM pour mieux travailler ensemble

Au début de la mise en place de l'équipe de BIM management, une bonne pratique consiste à ce que ses différents membres exposent leur propre maturité BIM afin de contribuer à l'établissement d'un climat de confiance et de transparence. Cela permet aussi d'identifier les possibles points de divergences entre les membres du projet et de définir éventuellement des actions de mise à niveau ou d'adaptation du processus BIM envisagé pour le projet. Il est possible d'utiliser un système d'évaluation des compétences existant ou en cours d'élaboration : BIMmetrics ; The VDC Scorecard ; BIM Maturity Measure ; Interactive Capability Maturity Matrix ; BIM Cloud Score ; regarder aussi les projets européens H2020 – tels BIM4VET, BIMEET, et BIMplement – sur l'identification des compétences pour des formations adaptées ; et enfin suivre les travaux de buildingSMART International autour de la certification individuelle et les actions menées par buildingSMART France sur les compétences.

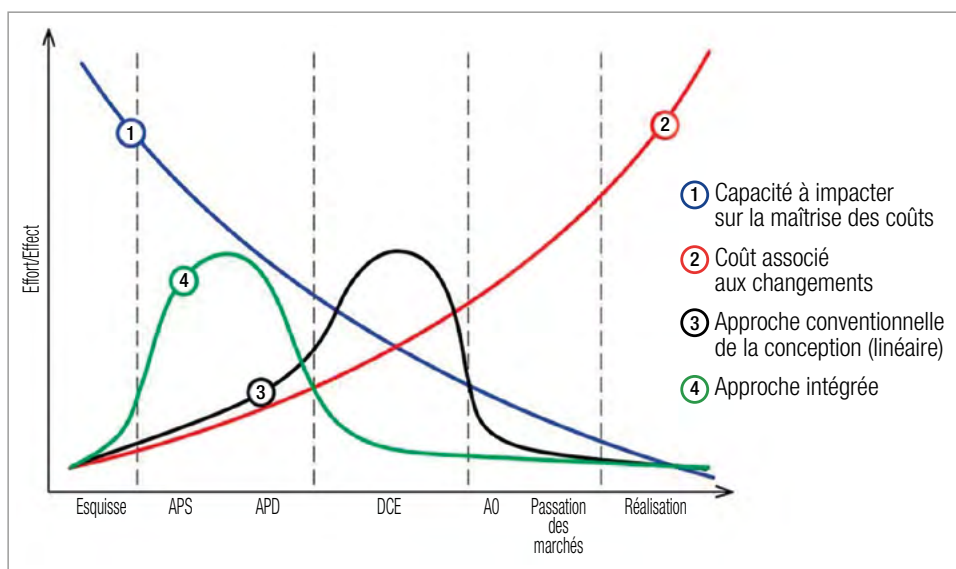
Extraits du Guide de rédaction d'une convention BIM v2 (www.buildingsmartfrance-mediaconstruct/telecharger-memos-pratiques-bim-pdf)

► 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 pro-

blèmes 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.



© Courbis MacLeamy

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 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 répond à toutes les contraintes budgétaires (voir l'impact financier de modifications en cours de projet), fonctionnelles réglementaires, environnementales...

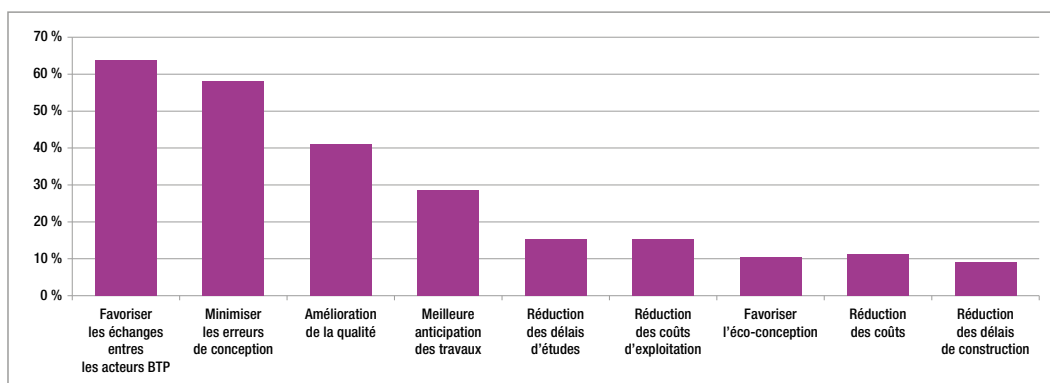
Maîtrise d'œuvre

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.

Quels sont les principaux avantages du BIM pour votre métier ?



Source : Baromètre du PTNB, avril 2017

- 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...

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.

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.

Exploitants, gestionnaires de patrimoine, propriétaires

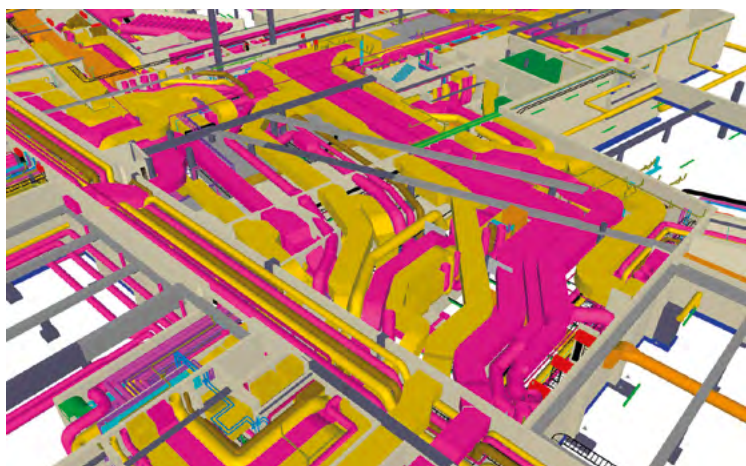
- Récupérer des AIM (Asset Information Model), modèles différents du DOE.
- Interroger et maintenir à jour la base de données pour anticiper, budgétiser et planifier les travaux nécessaires au bon fonctionnement de l'ouvrage (entretien, maintenance jusqu'à la démolition).
- Disposer de la documentation (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

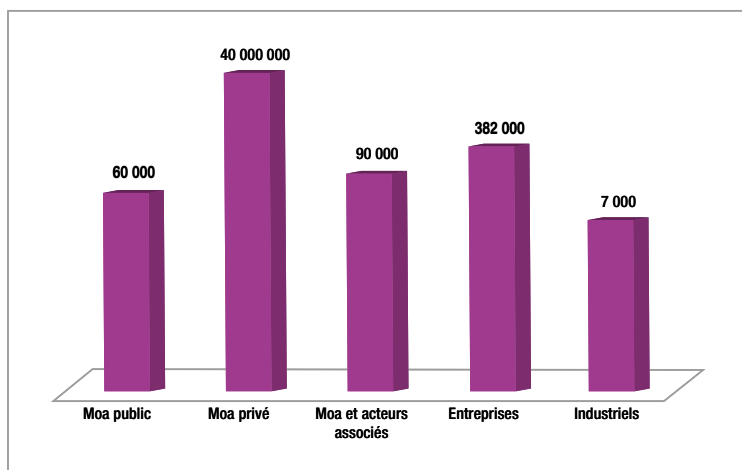
Si l'on parle beaucoup de BIM pour la construction, il est également utilisé pour l'existant, pour des opérations de rénovation/réhabilitation, voire pour les monuments historiques !

... 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.

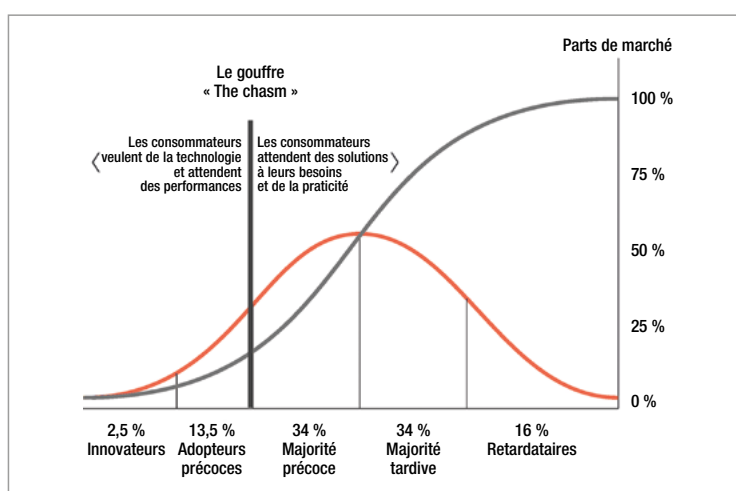
... seulement pour des chantiers complexes

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...



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.

D'après le baromètre du PTNB (avril 2017), 80 % des interrogés déclarent ne pas avoir de connaissance suffisante du BIM et 65 % ne pas l'utiliser : ce qui permet de situer le BIM sur la courbe. Pour passer du marché de niche au marché de masse, il faut s'adresser aux consommateurs précoces qui selon la courbe de diffusion de l'innovation veulent « des preuves tangibles des performances et attendant qu'un standard technologique s'impose ». Il faut donc créer un écosystème de confiance pour que le BIM se généralise.



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'**aug-**

mentation 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 !**

Comment manager un projet BIM ?

La réalisation d'un projet en démarche BIM nécessite une évolution des pratiques des professionnels de l'acte de concevoir, de construire, d'exploiter et de maintenir l'ouvrage livré. Compte tenu des spécificités du process BIM, il est nécessaire de « manager » l'ensemble des acteurs, en s'appuyant sur un manuel qualité du projet, dit aussi « convention BIM ».

Qui est acteur du BIM Management ?

D'après les retours d'expérience, le BIM Management peut s'articuler autour des acteurs suivants (liste non exhaustive) :

- en programmation : maître d'ouvrage, programiste, utilisateur, AMCE BIM...
- en conception : maître d'ouvrage, architecte, bureau d'études structure, BET fluides, AMCE BIM...
- en réalisation : maître d'ouvrage, architecte, BET (structure, fluides, synthèse), entreprise de gros œuvre, entreprise de second œuvre, AMCE BIM...
- en exploitation/maintenance : maître d'ouvrage, utilisateur, entreprise de maintenance, AMCE BIM...

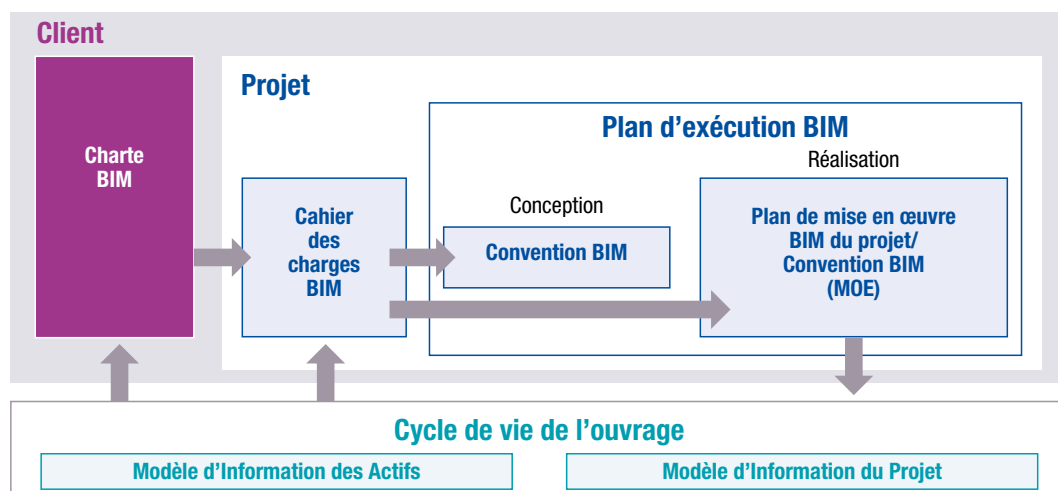
Il est important que des fonctions clés du projet – comme le maître d'ouvrage, l'exploitant ou le mainteneur... – soient intégrées au BIM Management. Alors, chaque membre devra démontrer sa volonté de mener à bien le process BIM, mais aussi sa capacité technique à réaliser tout ou partie des tâches qui incombent au BIM Management :

- définition des objectifs BIM ;
- rédaction d'une convention BIM ;
- coordination des tâches BIM du projet ;
- réalisation de contrôles qualité ;
- validation des process ;
- remise en question des objectifs selon les évolutions des acteurs et du projet.

Qu'est-ce qu'une convention BIM ?

Afin de fixer les règles et de donner une référence commune aux acteurs, le BIM Management s'appuie sur une convention BIM. Pour les aider à établir ce manuel de procédures BIM dans le cadre de leur opération, les acteurs peuvent se référer **au guide méthodologique de rédaction d'une convention BIM publié par bSFrance-Mediaconstruct**. La convention BIM doit inventorier les spécificités du projet, ses acteurs, les rôles et responsabilités de chacun, mais fixer aussi les exigences pour « bien » dessiner, « bien » produire et « bien » échanger. Il s'agit ainsi de mettre en place les processus ou usages BIM liés à la réalisation des objectifs BIM du projet. Bien évidemment, cette convention pourra – et même devra – évoluer au gré de l'avancement de l'opération, de la modification des acteurs, mais aussi des objectifs BIM du projet, tout en restant le document de référence de la réalisation de la démarche BIM.

Sébastien Teissier,
économiste de la construction
Jean-Paul Trehen, architecte DPLG,
directeur Building Information Management



Chaîne documentaire dédiée au BIM pour le projet (exemple).

Source : Guide de rédaction d'une convention BIM (publication conjointe bSFrance et MINnD) – téléchargeable gratuitement ici : www.buildingsmartfrance-mediaconstruct/telecharger-memos-pratiques-bim-pdf

DIGITAL TRANSFORMATION FOR CONSTRUCTION, REAL ESTATE AND URBAN PLANNING

BIMWORLD

31 MARS - 1^{er} AVRIL 2020

PARIS

PARIS EXPO • PORTE DE VERSAILLES



L'état du BIM : quels acteurs en France ?

Les pouvoirs publics et le BIM

Le déploiement du BIM en France a été accompagné par une série d'encouragements menés par différentes structures publiques :

- au sein de la DGE avec les programmes « TIC & PME » 2010 et 2015 avec respectivement les projets « eXpert » et « BIM 2015 » ;
- le Plan Urbanisme Construction Architecture dès 2013 et ses consultations BIM maquette numérique : bonnes pratiques et expérimentation ;
- le Plan du Bâtiment Durable avec son rapport « BIM et gestion du Patrimoine » en 2014,
- le rapport « Objectifs 500 000 logements » initiant la loi de la Transition énergétique en 2015 avec le carnet numérique d'entretien et de suivi,
- à noter la montée en puissance de l'initiative French Tech en 2015.

Puis fin 2014, la nomination d'un ambassadeur du Numérique (B.Delcambre) est suivie de la mise en place du Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB) de 2015 à 2018, doté de 16 millions. Ce plan devient « BIM 2022 » avec un nouveau président Y. Lafoucrière toujours dans une optique « logement » et accès du BIM aux TPE.

L'État n'a pas rendu obligatoire le BIM préférant le faire rentrer « modestement » dans le Code des marchés publics, pour qu'in fine ce soit le Marché qui l'impose.

Existe-t-il un acteur « neutre » – autre que les organisations professionnelles – qui soutient le BIM en France ?

Si 2014 marque l'émergence d'une stratégie publique BIM à la française, une association interprofessionnelle œuvre déjà depuis plusieurs décennies : buildingSMART France-Mediaconstruct. Créée en 1989, elle rassemble des acteurs du monde de la Construction, des Territoires, de l'Immobilier et du Numérique.

Son objectif : la généralisation du BIM dans une optique de continuité numérique multisectorielle. Sa mission : accompagner la transition numérique de la Construction par la mise à disposition de référentiels, de bonnes pratiques mais aussi par des actions de soutien à l'émergence et l'implémentation des normes BIM.

En plus de ses membres représentatifs de la chaîne de valeur du BIM, bSFrance s'appuie sur des partenaires régionaux, pour être au plus près du terrain. MINnD représente bSFrance notamment dans l'extension des IFC aux Infrastructures. Face à une compétition accrue issue de l'avènement de l'industrie 4.0 et de la smart city, il faut positionner une filière française forte et faire émerger la smart Construction. La stratégie de bSFrance ? Nouer des partenariats élargis avec des acteurs des Territoires, de l'Exploitation, de la French Tech et de l'industrie 4.0 (avec GS1 France, Syntec numérique, Afnet...). Ce qui suppose aussi d'être en connexion avec l'international pour s'assurer l'intégration des travaux français et leur mise en cohérence avec les courants de l'openBIM. Or, justement bSFrance est membre de buildingSMART... et ce depuis sa création en 1996 !

Une seule référence réglementaire au BIM

Seul l'article 42 III du décret n° 2016-360 relatif aux marchés publics fait référence au BIM :

III. — L'acheteur peut, si nécessaire, exiger l'utilisation d'outils et de dispositifs qui ne sont pas communément disponibles, tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires. Dans ce cas, l'acheteur offre d'autres moyens d'accès au sens du IV, jusqu'à ce que ces outils et dispositifs soient devenus communément disponibles aux opérateurs économiques.

IV. — L'acheteur est réputé offrir d'autres moyens d'accès appropriés dans tous les cas suivants :

- 1° Lorsqu'il offre gratuitement un accès sans restriction, complet et direct par moyen électronique à ces outils et dispositifs à partir de la date de publication de l'avis d'appel à la concurrence ou de la date d'envoi de l'invitation à confirmer l'intérêt ou, en l'absence d'un tel avis ou d'une telle invitation, à compter du lancement de la consultation. Le texte de l'avis ou de l'invitation à confirmer l'intérêt précise l'adresse internet à laquelle ces outils et dispositifs sont accessibles ;
- 2° Lorsqu'il veille à ce que les opérateurs économiques n'ayant pas accès à ces outils et dispositifs ni la possibilité de se les procurer dans les délais requis, à condition que l'absence d'accès ne soit pas imputable à l'opérateur économique concerné, puissent accéder à la procédure de passation du marché public en utilisant des jetons provisoires mis gratuitement à disposition en ligne ;
- 3° Lorsqu'il assure la disponibilité d'une autre voie de présentation électronique des offres.

Le BIM Infra a son projet de recherche : MINnD

Lancé en 2014, MINnD (« Modélisation des informations interopérables pour les infrastructures durables ») travaille sur la structuration des informations utilisées pour modéliser les infrastructures dans leurs phases de conception, de construction et d'exploitation. Il s'agit là d'une démarche unique en Europe. A travers ses différents livrables, MINnD montre qu'il offre un cadre de recherche collaborative pertinent, pour progresser sur l'interopérabilité

et la pré-normalisation des informations dans les travaux publics, en partenariat avec buildingSMART France, et qu'il est un contributeur reconnu et apprécié dans les instances internationales de normalisation (ISO et CEN). MINnD a su ainsi devenir un projet structurant, garant d'une vision publique et privée partagée, à la fois aux niveaux national et international. Fort de 70 partenaires et par la production des groupes de travail, MINnD répond à ses objectifs initiaux, en particulier celui de faire monter en compétences l'ensemble du secteur de la construction français en termes de pratique du BIM. Un travail qui n'est pas terminé : les attentes des partenaires du projet restent fortes. Une saison 2 est lancée de 2019 à 2021.

Fiches méthodologiques d'échanges BIM entre logiciels

Les fiches proposées ci-dessous sont des fiches présentant la méthodologie présente pour assurer un échange de maquette numérique d'un logiciel vers un autre, du point de vue des utilisateurs, ainsi que les fonctionnalités de ces logiciels.

Source	(version)	Destination	(version)	Usage-Maître
Tout	2	Tout	2	Tout
voir la fiche	Revit	→	ADCCF	9-2 Structure
voir la fiche	Revit	→	Autodesk BIM	2018.2 Architecture
voir la fiche	Revit	→	Autodesk	6.0 Exploitation
voir la fiche	Revit	→	Advance Design	2019 Structure
voir la fiche	Practical notes	→	Altaplan	2018 Architecture
voir la fiche	Practical notes	→	ArchiCAD	21 Architecture
voir la fiche	Tekla Structures	→	ArchiCAD	21 Architecture
voir la fiche	Altaplan	→	BIMServer.center	2018 BIM Management
voir la fiche	ArchiCAD	→	BIMServer.center	6x6x Travail collaboratif
voir la fiche	Revit	→	BIMServer.center	2018 BIM Management
voir la fiche	Revit	→	Satellite	13.5 Interop.

S'approprier une démarche BIM

Quel que soit le chemin emprunté, intégrer le BIM ce n'est pas acheter et se former à un logiciel. Parce que le BIM c'est 20 % de technologie et 80 % d'humain, cela implique de conduire le changement dans vos pratiques et votre organisation. La première marche c'est l'information pour prendre le temps de vous poser la question :

- Les actualités BIM par ex. sur le site de bSFrance, en suivant son fil twitter
- Les mémos BIM (téléchargeable sur www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr)
- Les webinars BIM sur <https://webikeo.fr/chaine/association-mediaconstruct.fr/> et pour des questions opérationnelles : LinkedIn – groupe « Pratiques du BIM »
- bSFrance met à votre disposition plusieurs « outils » pour passer au BIM (que vous retrouverez sur www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr) :
 - le code d'éthique BIM avec démarche volontaire de signature,
 - le guide de rédaction d'une convention BIM téléchargeable gratuitement www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr/telecharger-memos-pratiques-bim-pdf,
 - des fiches pratiques d'échanges entre logiciels sur la plateforme contributive BIMstandards.fr.

Le BIM pour relever les défis de l'innovation et de la productivité : l'Europe s'engage

Le secteur européen de la construction c'est :

- 9 % du PIB (soit 1 300 milliards d'euros),
- 18 millions de personnes, dont 95 % employées par des TPE-PME,
- mais aussi 1 % de taux de productivité annuel ces 20 dernières années.

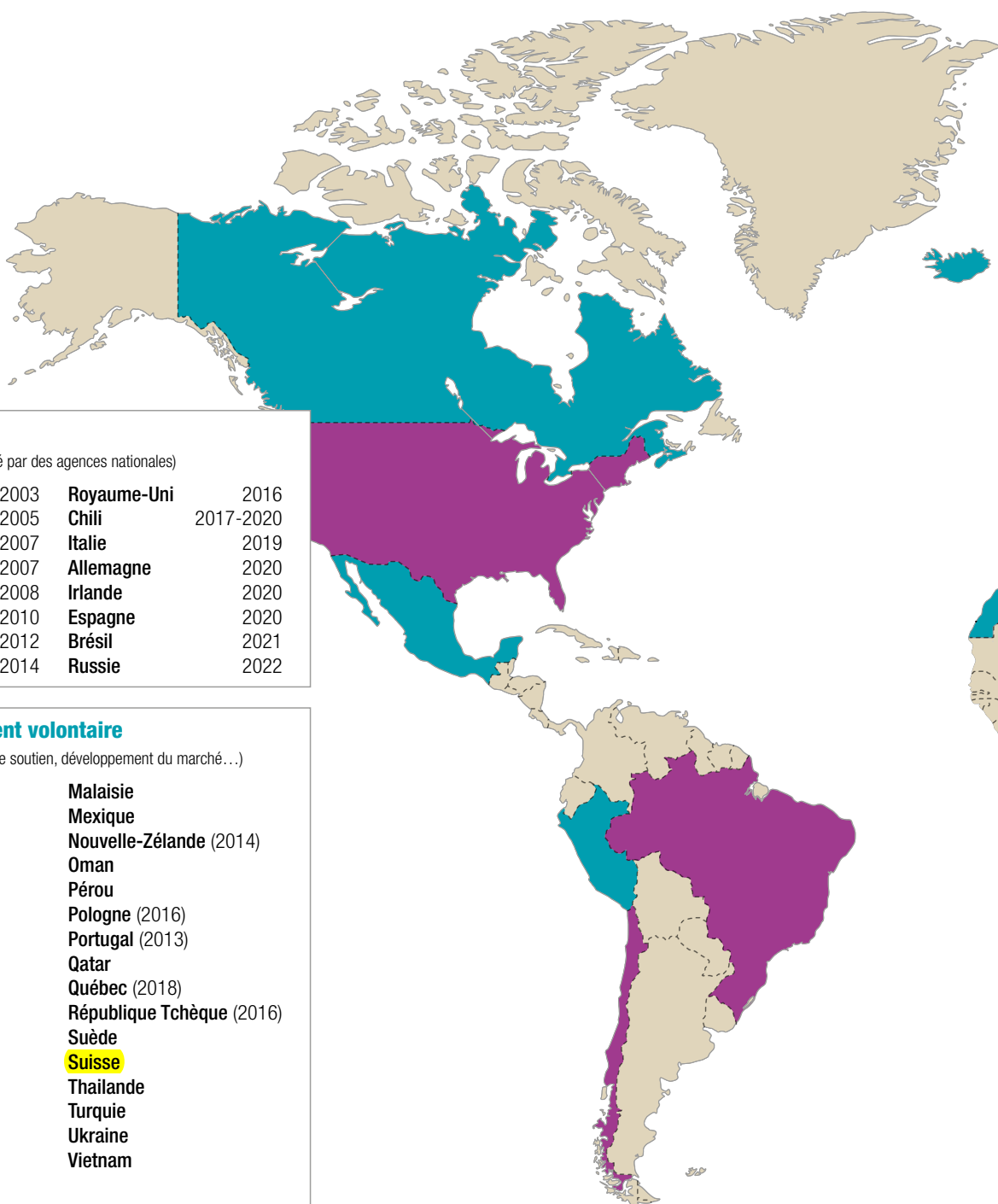
Les problèmes – liés à la collaboration, au sous-investissement technologique, et au manque de gestion des informations – génèrent des retards dans la livraison des opérations, la non-maîtrise des coûts impliquant des risques financiers, soit une mauvaise utilisation des fonds publics. L'opportunité financière de la numérisation des processus d'ingénierie, de construction et d'exploitation

serait de 10 à 20 % du capital investit. Décideurs politiques et marchés publics – dont la majorité des dépenses est consacrée à la construction et qui représentent 30 % de la production totale de la construction – peuvent jouer un rôle clé afin d'encourager une utilisation accrue du BIM, à l'appui de l'innovation et de la croissance durable. Il s'agit d'ailleurs de l'un des objectifs déclarés de la directive de l'Union européenne sur la passation de marchés publics (2014). L'avenir est là, et avec lui le moment de jeter les bases d'une approche européenne commune pour ce secteur, selon la Commissaire Elzbieta Bieńkowska, Marché intérieur, industrie, entrepreneuriat et PME.

Où le BIM est-il obligatoire ?

Si au début des années 2000 certains États initient des « mandats » BIM, c'est en 2014 que l'Europe publie une directive indiquant qu'il est possible d'exiger l'utilisation du BIM dans les marchés publics (2014/24/UE-art.22.4). À chaque État membres de transposer cette directive dans son corpus réglementaire. Depuis un peu partout, des

plans gouvernementaux voient le jour pour imposer le BIM dans le domaine public (via l'e-submission, différents seuils de commande...) : la France a choisi la voie de l'incitation.



BIM obligatoire

(marchés d'Etat, ou demandé par des agences nationales)

États-Unis	2003	Royaume-Uni	2016
Norvège	2005	Chili	2017-2020
Danemark	2007	Italie	2019
Finlande	2007	Allemagne	2020
Singapour	2008	Irlande	2020
Corée du Sud	2010	Espagne	2020
Pays-Bas	2012	Brésil	2021
UAE	2014	Russie	2022

BIM : développement volontaire

(actions gouvernementales de soutien, développement du marché...)

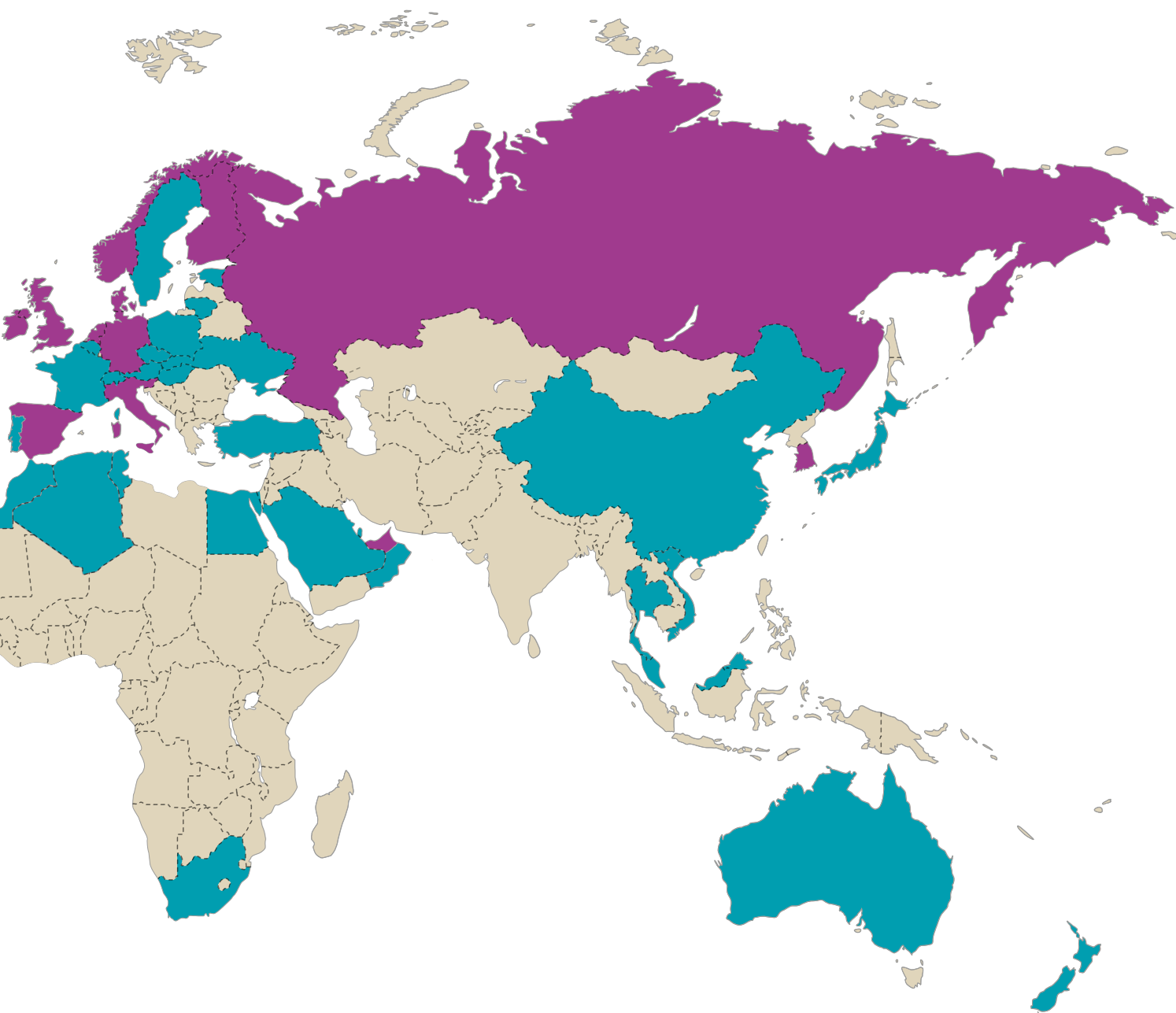
Afrique du Sud	Malaisie
Arabie saoudite	Mexique
Australie (2011)	Nouvelle-Zélande (2014)
Autriche	Oman
Belgique)	Pérou
Canada	Pologne (2016)
Chine	Portugal (2013)
Ecosse (2017)	Qatar
Egypte	Québec (2018)
Estonie	République Tchèque (2016)
France (2014)	Suède
Hong Kong (2014)	Suisse
Hongrie	Thaïlande
Islande	Turquie
Japon (2013)	Ukraine
Lituanie	Vietnam
Maghreb	

Est-ce que les acheteurs publics demandent du BIM, même si ce n'est pas obligatoire en France ?

Oui. Les avis de concours incluant du BIM augmentent : la France serait même le 1^{er} pays européen en termes de marchés intégrant le BIM, déposés au JOUE. Une analyse du CNOA des avis de concours publics du JOUE (à l'exclusion

de ceux conduits par l'intermédiaire d'une procédure adaptée ou d'une procédure formalisée) montre une progression du taux d'intégration du BIM de 0,49 % en 2013-2014 d'abord à 5,72 % en 2015-mi 2016 jusqu'à 8,10 % mi 2016 début 2018.

Les collectivités territoriales sont les principaux demandeurs avec 65 % des avis, loin devant l'État (19 %) et les bailleurs sociaux (9 %).



L'openBIM est fait pour vous

Le recours à des solutions « interopérables », indépendantes des fournisseurs, font désormais partie des exigences de nombreux États et acteurs publics, à la recherche des avantages offerts par un accès ouvert aux données liées à la construc-

tion et à l'exploitation des ouvrages (cf. carte « Où le BIM est-il obligatoire ? »). En 2018, le World Economic Forum et l'EU BIM Task Group ont publié des textes fondateurs soutenant les formats numériques ouverts : l'openBIM.

► L'openBIM : qu'est-ce que c'est ?

L'openBIM n'est pas un logiciel, ni une marque commerciale. C'est la manière de travailler en BIM avec des processus et outils informatiques interopérables s'appuyant sur des normes internationales ou européennes ou des standards ouverts. Les travaux de normalisation portent sur les échanges, et s'attachent à trois catégories :

- les datas mêmes : il est question de sémantique, de dictionnaires, de propriétés.
- les machines : il s'agit des formats de fichiers entre ordinateurs, applications, logiciels. Vous entendrez parler IFC, de COBie et du BCF (BIM Collaboration Format). Beaucoup d'éditeurs intègrent l'openBIM dans leurs solutions.
- les process : le but est de savoir comment travailler, quoi, quand et avec qui échanger dans le cadre d'un projet digital collaboratif à livrer.

L'openBIM permet

Au moins trois actions et pas des moindres :

- mutualiser les coûts et donc de faire des économies d'échelles ;
- répondre à l'obligation de non-discrimination des marchés publics français lors des appels d'offres ;
- garantir le continuum numérique de données entre la construction l'immobilier et la ville, sur l'ensemble du cycle de vie.

Ce dernier induit la pérennité des datas dans le temps et quels que soient les opérateurs – bâtiments, infrastructures, manufacturing, smart building, IOT... – et présente un intérêt primordial.

L'openBIM porte ainsi en son sein la notion stratégique d'interopérabilité multi-sectorielle, reconnue comme un levier de la smart Industrie, mais aussi de l'accès aux TPE et PME à la transformation digitale de leur secteur d'activités.

Un vecteur de confiance et de généralisation

La pérennité et la valeur du système d'information délivré au client grâce au BIM repose sur la capacité à être réutilisée (relire l'information et la mettre à jour), mais aussi sur la confiance à accorder à cette information (est-elle à jour ? Qui en est l'auteur ? Est-elle unique ?). La normalisation, en installant des cadres de référence partagés, stabilisés et publiés dans la communauté, est le seul outil permettant de garantir ces conditions, durant les dizaines d'années du cycle d'un ouvrage.

L'interopérabilité permet une utilisation du BIM entre différents intervenants de taille différentes, de métiers différents, avec des outils différents, sans se poser de questions ! Donc, le BIM a le potentiel d'accroître la coopération entre tous les différents acteurs de la chaîne de valeur dans le but d'améliorer l'efficacité... pour peu qu'on développe l'openBIM vecteur d'une situation gagnant-gagnant pour tous.

Les normes sont-elles obligatoires ?

Non, c'est une démarche volontaire du client et des professionnels. « Lancée à l'initiative du terrain, la norme est le fruit d'une co-production entre les professionnels et acteurs ayant perçu le bénéfice qu'il y a pour leur marché et qui choisissent de s'engager dans leur élaboration » explique E.Cailleau, Afnor.

La normalisation au coeur du BIM

En France, le manque de normalisation est identifié comme un frein par les professionnels qui attendent des pouvoirs publics l'encouragement et l'adoption des normes, devant le soutien des formations et les aides à l'investissement ! Une première feuille de route stratégique a été initiée en 2017 pour développer les normes du BIM, impliquant la représentation française à l'échelle européenne et internationale.

Dans le mot BIM, il y a le mot information. Deux obligations au moins s'attachent à ce terme : la définir et pouvoir l'échanger. Autrement dit : une information est une donnée mise dans un contexte, et le rôle du dictionnaire est de révéler le sens du mot dans un contexte déterminé. Une informa-

tion ne se résume donc pas à une sémantique. Elle s'inscrit dans un processus : l'échange de A vers B. Cet échange se fait à l'instant T : l'échange du concepteur vers le constructeur. Mais l'échange se produit (massivement) dans le cours du cycle de vie de l'ouvrage.

La normalisation intervient ainsi sur deux aspects :

- l'homogénéisation de la description « sémantique » : l'IFC, par exemple, qui décrit des objets par leur géométrie et la sémantique associée ;
- l'homogénéisation de l'information sur l'information, qualifiant la qualité de la donnée – à savoir la métadonnée – avec son contexte associé : l'ISO 19650 décrit la manière dont on peut décrire cet échange.

Faire jouer la normalisation pour créer de la confiance opérationnelle

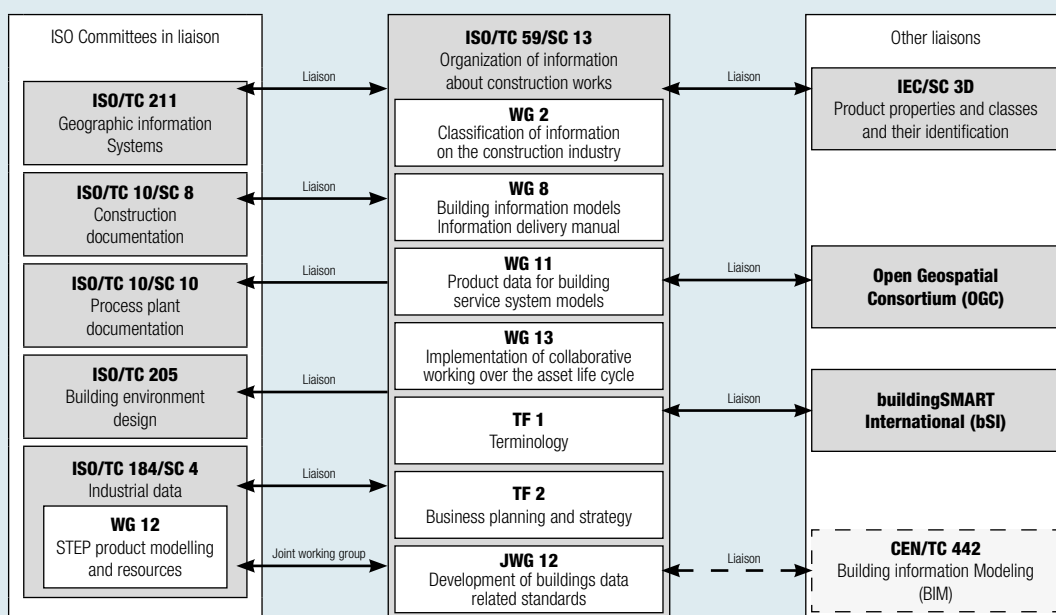
Les travaux de normalisation ne peuvent pas être déconnectés des autres actions développées autour du BIM. Il est nécessaire qu'il existe un continuum entre le prénormatif, le normatif et l'exploitation, représentée par les différentes mises en œuvre du BIM dans les pays (au travers

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 en 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, ancien directeur du PTNB

Les liens directs entre les groupes de travail (WG) des comités techniques de l'ISO (TC 59) et du CEN (TC 442)



► Comment s'organise la normalisation du BIM ?

Selon l'ISO, « une norme est un document qui définit des exigences, des spécifications, des lignes directrices ou des caractéristiques à utiliser systématiquement pour assurer l'aptitude à l'emploi des matériaux, produits, processus et services ».

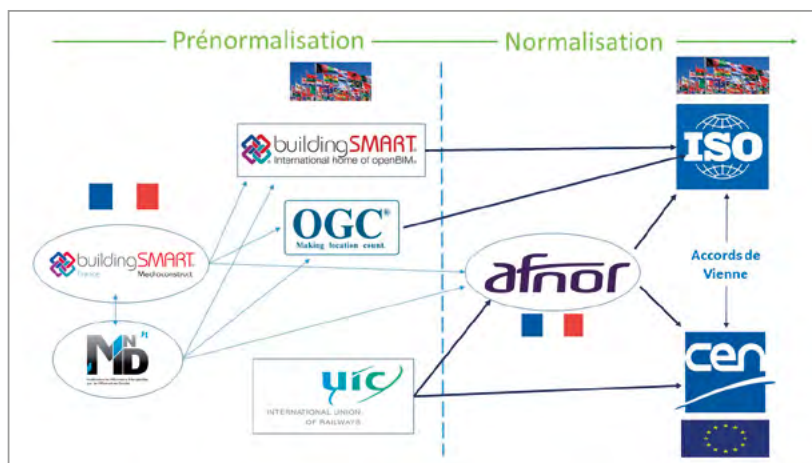
La différence entre une norme et un standard se résume par des caractéristiques majeures : une norme fait l'objet de définitions publiques issues d'expert reconnus, dans le cadre d'un consensus international. Il y a donc deux temps dans l'établissement d'une norme :

- **La prénormalisation** correspond au moment où des acteurs nationaux ou internationaux se réunissent dans des cercles ou organisations nationales (par exemple, buildingSMART) et définissent des besoins et des éléments utiles à la communauté.
- **La normalisation** est le moment où les experts se regroupent dans les instances de normalisation « publiques » pour rédiger les cadres de

référence pour tous, potentiellement adressables et mobilisables sur nos marchés. Dans un premier temps, ils se réunissent, nationalement (en France à l'Afnor) et puis internationalement dans le CEN pour l'Europe, dans l'ISO pour l'ensemble du monde. Les accords de Vienne sont là pour coordonner les travaux entre le CEN et l'ISO.

Ce sont les acteurs du marché qui proposent sa création ; l'élaborent par consensus, au sein d'un collectif de travail dédié ; la valident et l'appliquent. La norme est une démarche volontaire. Néanmoins si les normes ISO, sont considérées plus éloignées car non reprises systématiquement dans notre collection nationale, a contrario, les normes CEN deviennent systématiquement des normes de notre catalogue NF, donc plus proches et plus facilement appelables dans les marchés français.

*Marie-Claire Coin et Christophe Castaing,
experts normalisation pour la France*



La commission nationale de normalisation Afnor/PPBIM porte les sujets des normes BIM en miroir des travaux effectués au niveau européen via le CEN et au niveau monde via l'ISO. Le BIM dans son sens large est hébergé principalement dans le comité technique de l'ISO TC59 et dans un comité du CEN : le TC 442.

« Il est important de rester indépendant des acteurs qui pourraient tenter d'englober toute la chaîne de valeur. La solution : développer un langage ouvert et de faire en sorte que ce langage sous-tende les normes. La Caisse des dépôts et consignations a accompagné toutes les grandes transformations numériques. Mais c'est aux entreprises du secteur qu'il revient de nous montrer la voie, en vous appuyant sur un opérateur neutre et non-discriminatoire comme buildingSMART France par exemple ».

H. Costas Elias, Caisse des dépôts et consignations.

La communauté openBIM



Combinaison de conférences, de discussions en groupe et d'ateliers de travail, l'International standards summit a lieu deux fois par an dans des pays différents. Ce congrès technique de l'openBIM rassemble des experts du BIM, des chefs de file de l'industrie et des représentants officiels, membres de la communauté bSI.

Organisé par buildingSMART France en 2018, cet événement hors du commun a réuni plus 400 professionnels du BIM, 28 nationalités, 29 speakers dont 17 français la 1^{re} journée, et 59 sessions de travail les 2 jours suivants. Une occasion de montrer que la France était « BIM ready » et fer de lance de l'openBIM !

À sa tête : bSI

buildingSMART International est une association à but non lucratif, constituée d'antennes « nationales » appelées chapitres, et de « sponsors ». Fondée en 1996, bSI a développé le modèle IFC qu'elle maintient aujourd'hui. Centre d'excellence des IFC, elle travaille d'ailleurs à l'extension et la convergence du format. D'autres standards ouverts d'échanges (BCF, Cobie...), un dictionnaire de données le bSDD et des d'outils de certifications – logiciels et compétences – à l'échelle internationale sont également mis en œuvre et proposés à la communauté.

Ainsi, l'association promeut l'openBIM favorisant l'émergence des normes BIM et leur implémentation.

Dès la création de cette organisation, buildingSMART France-Mediaconstruct l'a rejoint pour en devenir le chapitre français : un engagement pionnier qui participe de la reconnaissance et de la légitimité de bSFrance dans l'univers du BIM.

Le Forum francophone de l'openBIM

Cette initiative a été lancée mi 2018 par Pierre MIT, au nom de buildingSMART France. « Comme le BIM n'est pas franco-français mais bien international, beaucoup de documentation circule en anglais. Le barrage de la langue peut rendre difficile l'appropriation du BIM par les TPE françaises. Certes des actions de traduction sont nécessaires... mais plus simple encore nous pouvons nous appuyer sur la francophonie pour partager nos informations, nos bonnes pratiques pour travailler en openBIM ! La communauté des francophones est une vraie force pour avancer ensemble et généraliser l'usage du BIM ». L'idée : initier un regroupement volontaire de chapitres et de membres d'un chapitre de bSI, partageant une langue commune, animé par l'envie de travailler ensemble autour des principes de l'openBIM. buildingSMART France-Mediaconstruct, buildingSMART Canada, buildingSMART Switzerland avec Bâtir Digital Suisse, CRTI-B GIE (Luxembourg), CSTC.be (Belgique), le Groupe BIM du Québec et bSI – ont posé ensemble les premières pierres de ce forum officialisé en avril 2019.



Normes du BIM : quels intérêts pour le marché français ?

DATAS

NF XP P 07-150 : cette norme a été portée au niveau européen et international sous leadership français

- Nom de code : EN ISO 23386 (anciennement NF XP P 07-150 en France).
- Socle. NF EN ISO 12006-3 : « *Construction immobilière – Organisation de l'information des travaux de construction – Partie 3 : schéma pour l'information basée sur l'objet – Bâtiments et ouvrages de génie civil – Organisation de l'information concernant les travaux de construction* ».
- Champ. Méthodologie de description, d'écriture et de gestion des propriétés dans des dictionnaires interconnectés.
- Enjeux. Il s'agit de créer une méthodologie aidant à la mise en place de dictionnaires de propriétés ou de groupes de propriétés, qui enlève toute ambiguïté. Cela permet d'être totalement en accord entre une question « ce qui est attendu », et la réponse « la solution opérationnelle ».
- Contexte. Une 1^{re} expérimentation française a été menée en 2016 avec bSFrance pour tester la mise en œuvre de cette norme, puis étendue en 2017-2018 (intitulé : POBIM). Cela se traduit concrètement par : 110 réunions et 99 groupes de travail ; 300 participants issus des industriels, Maîtrise d'œuvre, entreprises et Maîtrise d'ouvrage ; l'implication des TPE/PME et un objectif de 150 modèles génériques et 15 000 propriétés.
- Bénéfices implémentation. Accès facilité aux dictionnaires et référencement des produits ; disposer d'une structuration de l'information partagée par tous, de façon à ce que les modèles numériques soient cohérents.

PROCESS

Management de l'information : exemple de prise en compte des TPE-PME sur demande française notamment

- Nom de code : NF EN ISO 19650-1 et -2 publiée fin 2018.
- Socle. NF EN ISO 29481 : « *Modèles des informations de la construction – Protocole d'échange d'informations – Partie 1 : méthodologie et format et Partie 2 : cadre d'interaction* », dits aussi IDM (Information delivery manuel). Texte mère des conventions BIM, il définit la façon dont s'organisent les études pour la réalisation d'un projet en BIM.
- Champ. Gestion de l'information par le BIM (partie 1 : concepts et principes/partie 2 : phase de réalisation des actifs). Elle traite de la définition des exigences du client et de la façon d'organiser le management de l'information pour y répondre.
- Contexte. Initialement, c'était un projet anglais non-adapté au marché français, l'enjeu des travaux internationaux est donc d'adapter la norme à toutes les pratiques !
- Bénéfices de l'implémentation. Accompagnement mise en œuvre du BIM ; harmonisation des pratiques ; améliore collaboration et sous-traitance.
- À noter. A été exprimé le besoin au niveau européen d'une aide à la mise en œuvre, notamment pour répondre aux besoins des TPE/PME. Il y a donc un projet de guide européen sous leadership français.

La notion de LOD ou LO « x » est entrée dans le processus d'élaboration d'une norme en septembre 2017. Sa dénomination va changer pour s'appeler **LOIN – Level Of Information Need**. L'idée : faire une « boîte à outils » en réponse aux besoins du projet (need) pour l'utilisateur car elle correspond à toute la nature de ce qu'on livre. Jusqu'à présent, les pays emploient des dénominations et des échelles associées différentes (ND en France, LOD aux États-Unis...). Le but : réconcilier ces ensembles de vues dans un document commun harmonisé avec des définitions partagées de level of geometry, level of information, level of abstraction, level of completeness... qui pourront être associés distinctement aux maquettes d'ouvrages et leurs composants.

Charles-édouard Tolmer, Ph.D, chargé d'étude Pôle management de projet

MACHINES

Les IFC : norme ISO en 2013 devenue EN en 2016 est en cours d'examen pour devenir NF

- Nom de code : EN ISO 16739 > norme ISO en 2013 puis Norme EN en 2016.
- Champ. Classes de fondation d'industrie (IFC) pour le partage des données dans le secteur de la construction et de la gestion des installations.
- Explications. Elle définit la façon dont l'information va être structurée pour pouvoir être lue et correctement interprétée par les « machines » logiciels. C'est un format d'échange des données orienté objet permettant interopérabilité du BIM entre les différents logiciels de la maquette numérique. Cela implique d'être très précis sur la façon dont les éléments sont modélisés à la source afin qu'ils soient correctement interprétés dans le format IFC.
- Contexte. Format développé par buildingSMART International qui en reste le mainteneur et garant, mais aussi le certificateur.
- Bénéfices implémentation. Indépendance vis-à-vis solutions payantes ; possibilité développement de logiciels métiers compatibles ; accessibilité financière ; pérennisation des données.

EXTENSION DES IFC

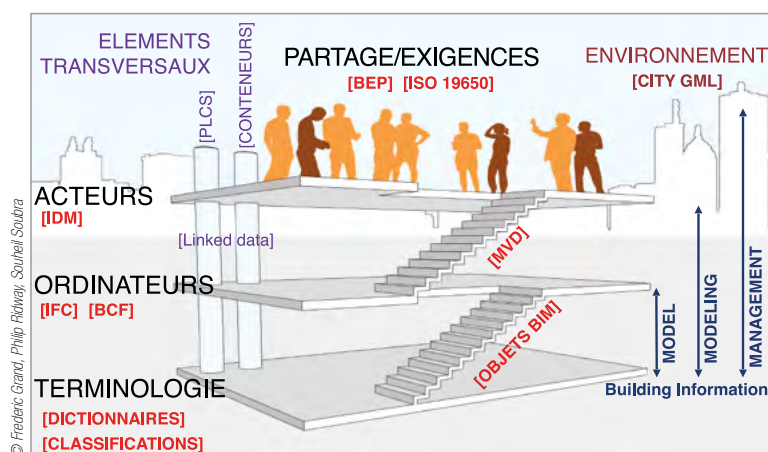
pour répondre aux besoins d'interopérabilité

Les grands projets – comme le Grand Paris, le High Speed Train 2 ou encore le canal Seine-Nord – obligent à étendre les domaines de l'interopérabilité pour deux raisons principales :

- être capable **d'échanger entre les différents acteurs** durant la phase de conception et construction ;
- être capable de **gérer et maintenir numériquement** les données et informations propres à ces infrastructures sur un cycle de vie supérieur à 50 ans.

Les projets d'extension des normes existantes sont lancés :

- les formats neutres d'échange IFC, propres aux bâtiments, vont être étendus à la route, au rail et aux ouvrages d'art, et même progressivement aux ouvrages souterrains ;
- les formats d'échange sur l'information géographique – tels que CityGml – vont également prendre en compte cette évolution, en cherchant à développer la compatibilité avec les formats IFC, sur la base de modèles conceptuels communs. Un partenariat se met en place d'ailleurs entre buildingSMART International, qui développe les IFC, et l'OGC, qui développe les formats GML.



Les quatre piliers de la normalisation du BIM

- **Une des clés de l'interopérabilité.** La plus connue des normes touchant au BIM concerne la forme des échanges, soit les IFC (*Information for construction*). Dénommée ISO 16739, validée en 2014, elle est en cours d'extension pour tout le domaine des infrastructures.
- **La clé des processus de la production de données.** La norme définissant l'organisation des échanges – sous la série ISO 29481 – a été soumise en 2010 et décrit la manière de structurer l'échange. La terminologie anglaise parle d'« *Information Delivery Manual* » (IDM).
- **La clé de l'harmonisation de la donnée.** La norme définissant la manière de décrire des propriétés d'objets dans un dictionnaire, appuyée sur la série ISO 12006, a été développée en France. Expérimentée dans le cadre du PTNB, elle est passé prEN ISO 23386 fin 2018.
- **Une des clé du « travailler ensemble ».** Il existe aussi la norme décrivant l'interaction du BIM dans le management de projet et s'inscrivant au sein de l'ISO 9001. Il s'agit de la série ISO 19650, qui a été publiée en déc. 2018.

Focus opérationnel : les IFC

Le format IFC est le standard ISO d'échange pour le BIM, développé par buildingSMART International. Il permet à deux logiciels BIM, issus d'éditeurs différents, d'échanger les informations relatives à un projet de construction. L'objectif premier des IFC est donc de favoriser l'interopérabilité entre les acteurs d'un projet : architecte, bureau d'études, économiste, entreprise de construction et de maintenance, maître d'ouvrage...

Les avantages des IFC

Par nature, le format IFC permet des échanges ouverts – dits openBIM – neutres et standardisés, avec un gage de **pérennité des données échangées** : la maquette stockée sera consultable pendant toute la durée du cycle de vie du bâtiment.

Industry Foundation Classes : IFC

Un modèle IFC permet de transmettre les données de tout un projet, puisqu'il comporte 800 classes d'objets. Cela comprend les informations sur le site, le bâtiment, les étages, les équipements et composants des ouvrages, en suivant une sémantique objet : un mur, une dalle, une fenêtre... Mais les IFC véhiculent aussi leur géométrie, leurs dimensions, leurs propriétés, les matériaux utilisés, ainsi que les relations avec les autres objets ou composants. Par exemple, un mur est percé par une ouverture, elle-même remplie par une fenêtre, etc. L'importance de l'information réside aussi bien dans chaque composant que dans les liens existant entre eux.

Par ailleurs, le standard IFC offre une **possibilité de caractérisation multimétier** de la maquette numérique du bâtiment, par la fédération de plusieurs modèles IFC liés chacun à une discipline donnée (architecture, structure, CVC, électricité...), engageant la responsabilité de chacun des acteurs dans la limite des modèles et données fournis. Bien entendu, les IFC ne sont pas la solution à l'ensemble de la problématique du travail collaboratif BIM. Mais pour reprendre la tournure de Winston Churchill, les IFC constituent sans doute le pire des formats d'échange de maquettes numériques... à l'exception de tous les autres !

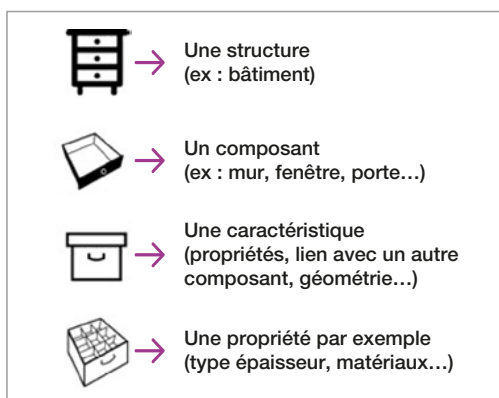
Développer l'usage des IFC

Il y a tout d'abord un enjeu qualitatif concernant la mise en œuvre des fonctions d'import-export IFC des logiciels BIM. buildingSMART International propose un processus de certification de ces fonctionnalités. Mais les éditeurs, et aussi les utilisateurs, doivent unir leurs forces pour s'assurer de la **qualité de production et d'interprétation des IFC** dans les différentes solutions disponibles sur le marché. Sur l'application pratique des échanges IFC, la problématique courante est que la qualité de récupération de données chez l'un dépend beaucoup de la manière de travailler de l'autre dans son outil, ainsi que des options disponibles en export. Il est dès lors nécessaire, très tôt dans le projet, de définir les besoins et les limites de prestations de chacun dans le cadre de ces échanges, voire d'opérer des tests préalables. C'est l'objet des conventions BIM de projet.

Dans ces perspectives, bSFrance a intégré la plateforme collaborative www.BIMstandards.fr pour les échanges dits « point à point » entre logiciels et alimenter la communauté de retours d'expérience projet sur le sujet.

Yves Menez, éditeur
Guillaume Picinbono, expert technologie
de l'information – maquette numérique
et ingénierie concourante, centre technique de recherche

Pour télécharger
le BIMestriel
« IFC en pratique » rdv
www.mediaconstruct.fr
> S'informer
Pour plus d'informations
pratiques : rdv sur
www.BIMstandards.fr



Focus opérationnel : les propriétés pour les objets et les ouvrages du BIM

Pour qualifier un ouvrage – que nous avons tous en commun au final –, il faut être capable d'agréger les besoins et les vues experts de tous les professionnels de l'acte de bâtir. Cette nécessité de définir « ce que nous partageons » a conduit la filière à se tourner vers la normalisation. L'élaboration d'un langage de description des ouvrages – qui soit commun, partagé, accessible, mais aussi pertinent en fonction des métiers – est donc une action de fond utile à tous. Ce langage reposera sur des propriétés et pourra être structuré à travers des objets ou des métiers.

Les propriétés et les objets pour les phases « tel que conçu », « tel que construit » et « tel qu'exploité » : des vues multimétiers

La conception des ouvrages amène à l'expression de besoins d'information spécifiques : le renseignement sur les propriétés des valeurs correspondant aux spécifications attendues, et des valeurs prescrites afin de répondre aux usages fonctionnels (typologie, volumes...) et aux contraintes (normatives, réglementaires, de site, caractéristiques thermiques, acoustiques, environnementales, feu...) des ouvrages. À ce stade, il faut pouvoir renseigner des objets avec des propriétés porteuses d'exigences et/ou de caractéristiques génériques. Il y a un besoin que les différents acteurs de la conception partagent les propriétés et leurs valeurs associées quels que soient les outils qu'ils utilisent. Par la suite, la mise en œuvre commence par l'analyse des exigences pour y apporter les réponses opérationnelles, et ce, sans ambiguïté. Il est donc important que les propriétés soient identifiées de la même manière pour que ces « mondes » – projet et solution – communiquent. D'autres développements sur les propriétés héritées du « tel que conçu » sont aussi à envisager par la mise en œuvre (matériaux spécifiques, constructibilité, ordonnancement, pose, effet de site...). Si l'on veut pouvoir disposer d'une maquette numérique « as built » d'un projet, la mécanique de passage d'objets porteurs d'exigences aux objets manufacturés posés sur le chantier est essentielle.

Les outils associés à chaque acteur du projet BIM doivent être capables d'y répondre, quels que

soient la phase du projet et le niveau de détail informationnel qui est associé.

Perspectives et enjeux

L'existence d'un dictionnaire de propriétés et d'une bibliothèque d'objets dont la structure est partagée par tous et en lesquels nous pouvons avoir toute confiance est une condition primordiale pour permettre les échanges dans les processus BIM. Néanmoins, cela ne suffit pas à répondre aux différents scénarios d'échange. Il est nécessaire de normaliser les échanges de données entre les différents outils et acteurs. C'est pourquoi l'analyse des travaux PPBIM en corrélation avec ceux de POBIM, mais aussi des travaux à l'international sur le sujet va se poursuivre. S'il s'agit de pouvoir produire un cadre méthodologique pour l'élaboration d'objets génériques et leurs propriétés, au préalable il faut définir de manière consensuelle la notion d'objet générique. Il est également nécessaire d'identifier tous les cas d'échange possibles et pour chacun d'expérimenter les formats disponibles sur des objets simples, afin de valider ou non ces formats, et d'en déduire un guide de bonnes pratiques.

*Lætitia Bertel, Marie-Claire Coin,
Frédéric Grand et Laurent Ortas, experts PPBIM
Patrick Valton, Corporate BIM Manager*

Expérimentation PPBIM

buildingSMART France a été retenu par le PTNB pour expérimenter la norme XP P07-150 – devenue prEN ISO 23386 – qui a donné lieu à la production de :

- un guide méthodologique afin de former les acteurs à cette norme et au fonctionnement du dictionnaire de propriétés et de la bibliothèque de modèles d'objets génériques ;
- une liste de 300 propriétés objets « tests », validées par les experts et intégrées dans un contexte français dans le bSDD en mode privé – chaque propriété étant décrite avec ses attributs, conformément à la norme ;
- une liste de 30 modèles d'objets génériques « tests », définis et validés par les experts, décrits comme des « groupes de propriétés » ;
- un cahier des charges pour développer l'interface de gestion des propriétés des objets.

À l'issue de cette mission d'autres marchés ont pu être lancés : « POBIM » pour le recensement d'environ 2 000 propriétés et 200 objets génériques, le développement informatique de l'interface de gestion et la numérisation des règles.

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 leurs 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.

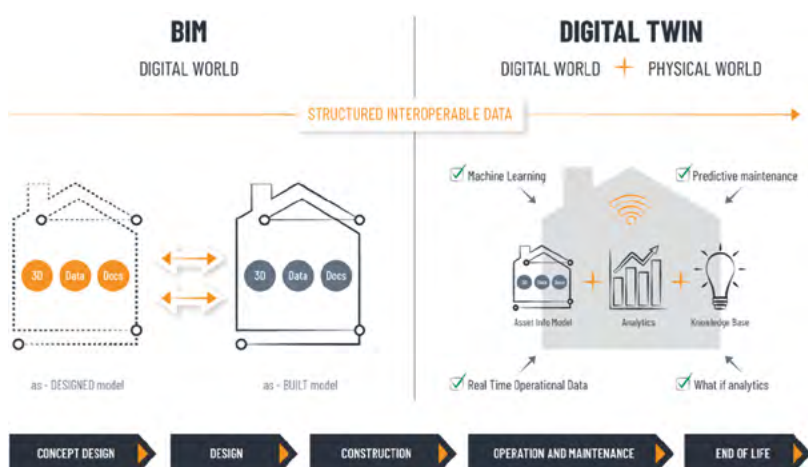
Une réponse aux contraintes réglementaires mais aussi économiques. Par exemple, la mise à disposition de plans et de données patrimo-

niales 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 ».

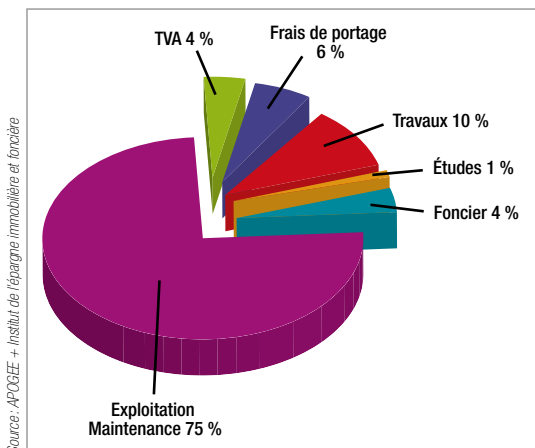
Le BIM, un outil du FM

L'image virtuelle du bâtiment tel que construit – disposant des mètres 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 « digital twin » ou jumeau numérique – concept qui ne date que de 2003 - se diffuse désormais à l'ensemble des secteurs industriels. Le BIM -vers un double digital pour chaque objet physique - permet maintenance prédictive ou optimisation du fonctionnement.

Le véritable coût du logement sur son cycle de vie



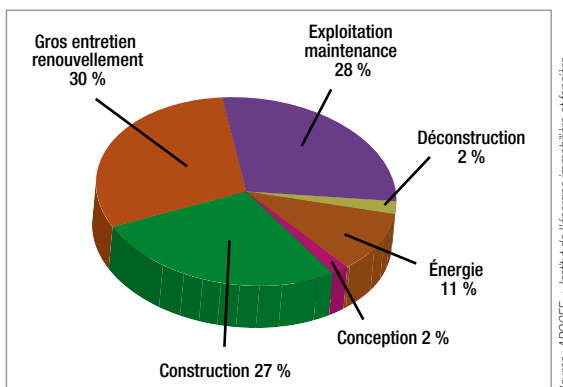
La norme ISO 15686-5 sert à évaluer le coût global d'une opération immobilière (de la conception à la déconstruction), mais aussi l'impact financier des investissements sur tout le cycle de vie du bâtiment (charges de maintenance incluses). Cela nécessite le traitement d'une multitude de données... facilité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

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**.

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



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.



Est-ce que le BIM touche l'ensemble du secteur 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.

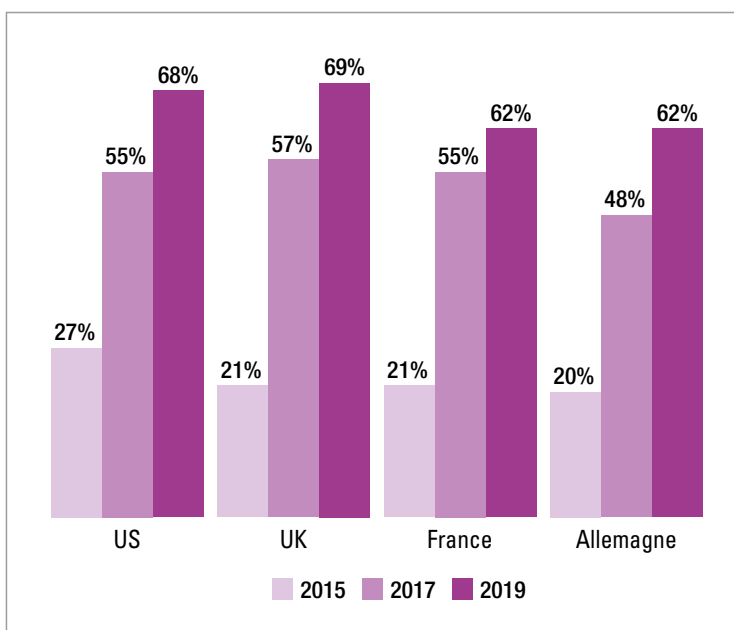
En conception, on prend des objets génériques pour construire la maquette 3D. Intégrer les produits des fabricants dans le BIM permet d'affiner les simulations, d'établir des devis et de gérer l'approvisionnement, mais aussi de bénéficier de plans de calepinage, par exemple, ou de procéder à de la préfabrication. 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 interfacer 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.

Utilisation du BIM dans des projets d'infrastructure de transport de 50% ou plus (selon les ingénieurs et les entrepreneurs par pays)



Dodge Data & Analytics, 2017

La continuité numérique comme accélérateur

Bâtiment, travaux publics, les intervenants sont les mêmes. Constructeurs, maîtres d'œuvre, opérateurs : la chaîne des acteurs est continue. Les acquis du BIM dans le bâtiment sont de formidables accélérateurs de la continuité numérique pour les projets d'infrastructure.

Christophe Castaing, Technical leader Infra-Room buildingSMART international, codirecteur programme MINnD

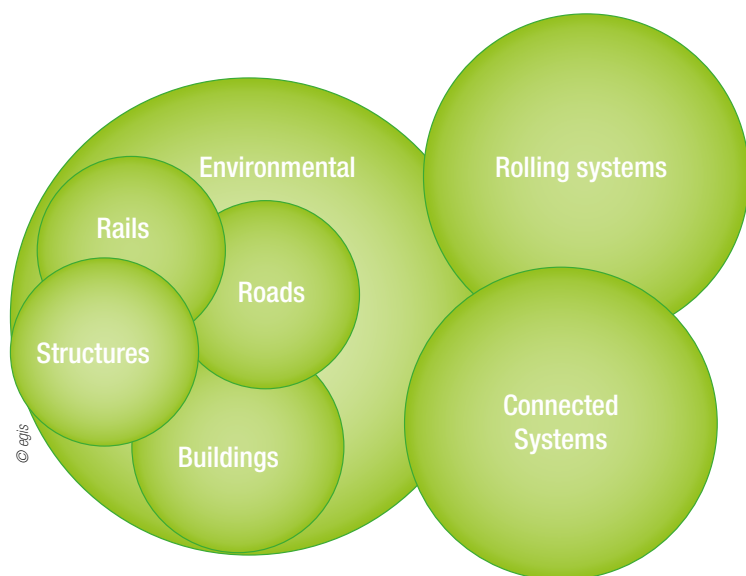
► Building information Modelling : bâtiment ou construction ?

La question de la traduction de l'acronyme BIM se transforme en une question d'actualité : faut-il traduire building par « bâtiment » ou « construction » ? La « BIM task force européenne » répond à la question. Dans l'étude qu'elle a menée auprès des pays membres, les 16 premières réponses reçues laissent apparaître que près de 50 % des projets recensés en BIM concernent les infrastructures. Au Royaume-Uni, le déploiement du BIM concerne tout type de projet d'infrastructure dont le projet crucial du High Speed Train 2. En Allemagne, le ministère des Transports en a fait une priorité à l'horizon 2020. **Le BIM s'étend donc maintenant à tout le secteur de la construction.**

L'impact est considérable et se mesure. Le secteur du bâtiment représente un chiffre d'affaires d'environ 150 milliards d'euros par an, alors que celui des infrastructures ou travaux publics s'élève à plus de 450 milliards. Les échelles changent : un projet d'infrastructure – linéaire, routière ou ferroviaire – s'établit sur des centaines de kilomètres, tout en conservant un besoin de précision supérieur au millimètre sur certains sujets. La masse des données relatives aux traitements des exigences environnementales multiplie par deux ou trois la masse des données propres aux ouvrages du projet. Les besoins d'interopérabilité s'étendent aux domaines de la géotechnique, de la bâtimentrie, etc.



Maquette numérique
pour la Nouvelle
Route du Littoral
(La Réunion).



Domaines couverts par un projet d'infrastructure.

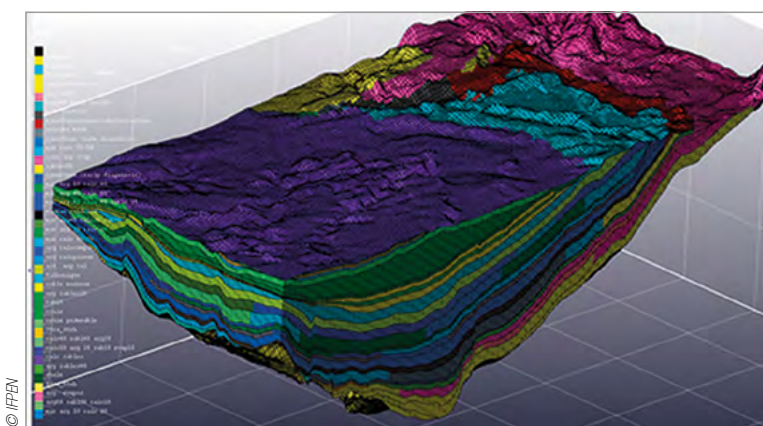
Qu'est-ce qu'une infrastructure ?

Le projet MINnd – « Modélisation des informations interopérables pour des infrastructures durables » – utilise la définition suivante : « ensemble des installations réalisées au sol ou en souterrain permettant l'exercice des activités humaines à travers l'espace » (définition de Choay et Merlin, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*). Le schéma suivant décrit le changement de dimension et d'échelle que représente le passage de la modélisation de bâtiments à celui d'infrastructure.

Il synthétise l'ensemble des domaines impactés par un projet d'infrastructure tel qu'une ligne à grande vitesse ou de tramway. Il permet d'illustrer le saut technologique et sémantique que cela représente : gestion des données géolocalisées, gestion des repères linéaires, gestion des données environnementales, introduction de la gestion topologique des réseaux de transport, connexion avec les objets, tels que ceux de la gestion de trafic, interopérabilité des standards...

► Quelle infrastructure numérique du territoire ?

L'infrastructure numérique du territoire est en place et préfigure la mise à disposition de l'*open data* décrivant le territoire. La modélisation des sous-sols et sur-sols à l'échelle des infrastructures urbaines est en cours d'expérimentation. L'interopérabilité des données dynamiques doit, elle-même, être préparée. La généralisation du numérique crée une gestion nouvelle des contraintes environnementales.



Le socle : Inspire

Comment intégrer, tout au long du cycle de vie des infrastructures, des informations extrêmement diverses et complexes décrivant leur environnement ? Comment évaluer leur impact sur cet environnement ? La réglementation européenne Inspire impose aux acteurs publics de partager l'information décrivant l'environnement dans une multitude de dimensions : cartographie physique, occupation du sol, géologie, installations industrielles, observatoire de la qualité de l'environnement... La directive précise les formats et modalités de diffusion et de partage de cette information.

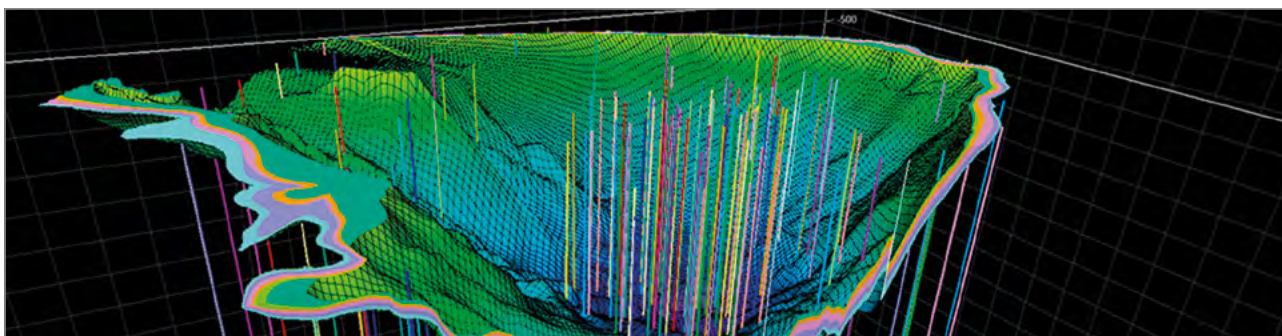
Les acteurs mettant en œuvre cette directive sont nombreux et variés : chacun a la responsabilité de diffuser l'information dont il dispose en respectant les modalités d'Inspire, suivant un modèle distribué, sans centralisation de l'information.

L'ensemble des métadonnées (descriptions des données disponibles) est ainsi formulé dans le géocatalogue (www.geocatalogue.fr) et visualisable dans le géoportail (www.geoportail.fr) développés respectivement par le BRGM et l'IGN. Dans le cas de la ville, une multitude d'acteurs est concernée (État, collectivités, délégataires de service public...) pour alimenter et échanger ces informations. Un des défis du projet national MINnD est de proposer les mécanismes qui permettront aux opérateurs du monde du BIM d'échanger le plus facilement possible les informations avec la sphère Inspire.

La modélisation des sous-sols des villes

Les infrastructures ou les villes ne peuvent ignorer le sous-sol sur lequel ou dans lequel elles sont construites. Les enjeux liés aux aléas sont connus, qu'il s'agisse de subsidence, de mouvements de terrain, de risques sismiques, d'inondations, de risques de pollution, de cavités souterraines... Mais aujourd'hui, dans les grandes agglomérations, les conflits d'usage du sous-sol apparaissent de façon évidente : construction en sous-sol, ressource en eau, géothermie, stockage de chaleur. L'arbitrage entre ces conflits d'usage et la mise en place d'une gestion raisonnée passent par le développement d'une vision partagée et documentée du sous-sol. C'est ce que vise le nouveau programme du référentiel géologique de la France (RGF). Cette information doit être disponible pour les projets BIM à travers des interfaces standards. Aussi, des expérimentations vont être menées (notamment dans le cadre de MINnD), fondées sur la mise en place de protocoles permettant d'interroger des modèles 3D du sous-sol (géologie/géotechnique) suivant des requêtes génériques, et permettant ainsi de récupérer des forages « virtuels » dans les modèles, des coupes ou profils, ou des maillages dans des formats exploitables dans le monde du BIM. La généricité des requêtes doit permettre d'être aussi indépendant que possible du type de modèle géologique (notamment du logiciel qui a permis de le créer). Ces expérimentations ont pour objectif de valider les types de requêtes, les formats d'échange, les performances et les contraintes éventuelles de mise en œuvre.

D'un point de vue technique, les prescriptions de la directive s'appuient sur les standards développés par l'OGC (Open Geospatial Consortium) et transposés dans l'ISO, sur des modèles de données « standards » et sur une architecture informatique distribuée orientée services. La mise en œuvre complète de la directive Inspire est prévue pour 2020.



© BRGM

La modélisation du sursol et des réseaux enterrés

Les infrastructures urbaines doivent s'intégrer dans leur environnement, le plus souvent complexe et requérant une modélisation 3D : voies de transport ou réseaux d'utilité publique aériens ou souterrains. Par exemple, la réglementation antiendommagement oblige à connaître très précisément (précision de classe A) l'emplacement des réseaux, sans obligation de produire un PCRS. Les stratégies adoptées par certaines collectivités/ou certains gestionnaires de réseaux sont alors de disposer d'un modèle 3D permettant :

- de dériver au besoin un PCRS,
- ou de constituer une BD topographique urbaine 1:200 classique de laquelle dériver éventuellement un PCRS,
- ou encore d'avoir un orthophotoplan de précision PCRS.

Les études d'urbanisme ont aussi de plus en plus besoin de maquettes urbaines 3D (MNU) montrant l'implantation et les impacts d'un projet sur son environnement urbain. L'IGN propose une spécification 3D REF3DNAT¹ basée sur le standard CityGML de l'OGC servant à standardiser ces productions et, éventuellement, à les rendre disponibles et les maintenir dans une infrastructure nationale (géoportail). Des données de référence IGN telles que la BD TOPO®, qui est une description vectorielle 3D (structurée en objets) des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, peuvent venir étendre la modélisation environnementale. Les villes smart cities peuvent également disposer de données locales d'intérêt pour l'implantation d'un projet BIM dans son environnement.

1. REF3DNAT. Cette spécification permet également de fournir les données Inspire relatives à la thématique bâtiments (buildings).

Intégration de données dynamiques et statistiques

Les données dynamiques géolocalisées provenant de capteurs (ex. : température, humidité, acoustique, pollution...) peuvent être associées aux données relatives aux bâtiments et aux infrastructures voire intégrées dans des modèles afin d'améliorer la connaissance des phénomènes urbains et de faciliter la prise de décision. Les données fournies par les capteurs sont appelées « observations ». Le standard O & M (Observations & Measurements), également appelé ISO 19156, fournit un modèle standardisé pour de telles données. Les standards suivants de l'OGC permettent la gestion de données géospatiales issues de capteurs : Sensor Observation Service, service web d'accès aux informations de réseaux de capteurs, Sensor Things, API d'accès aux données capteurs IOT, SensorML, description des informations et métadonnées relatives aux capteurs, SPS, service de programmation de capteur. Des données statistiques – sociales, économiques et sanitaires – peuvent également être associées aux objets des modèles urbains, voire aux adresses des bâtiments. Le standard OGC TJS (Table Joining Service) permet d'associer de telles données à des objets géospatiaux, ou de les localiser, pour les intégrer à des modèles urbains aux thématiques variées.

Le standard « Plan corps de rue Simplifié » (PCRS) du CNIG vise à décrire le corps de rue de manière « très simple » et selon une vue très métier, et peut servir de fond de plan pour recaler les réseaux.

Dans le cadre du projet pilote OGC Future Cities, l'IGN a sponsorisé et piloté le cas d'utilisation smart cities/GeoBIM relatif au contrôle de règles d'urbanisme d'un projet BIM-IFC, provenant du cabinet d'architecte Claude Meunier, dans son environnement modèle urbain REF3DNAT, avec Rennes Métropole (FCP1 – mai 2016 à mars 2017).

► Le BIM dans la ville : une nouvelle donne de l'aménagement urbain ?

Les aménageurs aussi bien publics (villes, métropoles, établissements publics d'aménagement, etc.) que privés sont aujourd'hui amenés à recevoir, manipuler et exploiter des maquettes numériques dans leurs projets, et ce, en lien avec les acteurs de la ville (collectivités, maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, citoyens et usagers...).

Constitution des jeux de données urbains

Des travaux sont menés, notamment par le CSTB et l'IGN, sur la constitution et la mise à jour automatique des modèles géométriques de villes aux standards

internationaux (IFC, CityGML). Ils se fondent sur la reconnaissance automatique d'entités urbaines (bâtiments, végétation, routes, etc.) et de leurs caractéristiques, à partir de nuages de points obtenus par laser et photogrammétrie aérienne ou terrestre. Ces travaux produisent déjà des résultats opérationnels qui vont contribuer à diminuer progressivement les coûts de constitution d'une maquette numérique urbaine. Ils permettent de constituer un socle numérique de base, qui sera ensuite enrichi progressivement de données attributaires issues de sources statistiques, réglementaires (cadastre), dynamiques (capteurs et objets connectés), etc.

Potentiels usages innovants pour l'aménagement urbain : accompagner la transition énergétique et sociétale des territoires



© EPA Euratlantique, CSTB

Réseaux d'adduction d'eau décrits en IFC et connectés au réseau urbain SIG.

Enjeux d'urbanisme

Une expérimentation menée avec l'EPA de Marne-la-Vallée a montré la possibilité d'accompagner l'instruction d'un permis de construire à travers la représentation d'un volume de construction contraint suivant le plan local d'urbanisme (PLU).

Gestion des différents réseaux

(dimensionnement de réseaux énergétiques, capitalisation des informations d'opérateurs énergétiques, etc.).



© EPA Marne, CSTB

Volume spatial contraint par le PLU en vue d'instruire un permis de construire numérique.



© CSTB, Ville de Valbonne

Transition sociétale

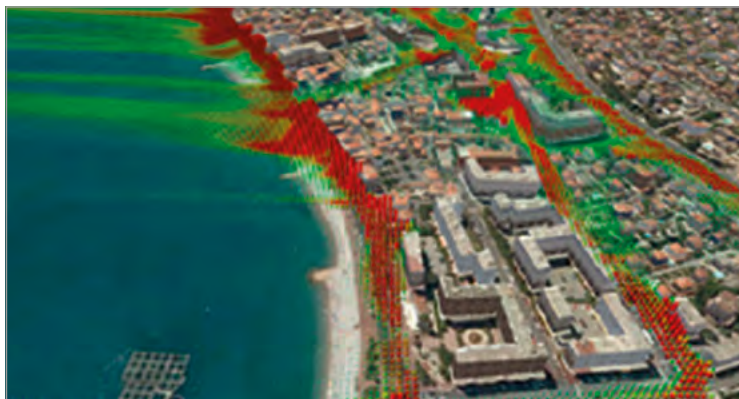
Les maquettes numériques sont de plus en plus utilisées pour améliorer les processus de concertation et de dialogue citoyen, autour de la co-conception et de la démocratie participative, notamment en relation avec les salles de réalité virtuelle.

Séance de concertation avec des conseillers municipaux et du public autour d'un dialogue compétitif (salle immersive Le Corbusier, Sophia-Antipolis).

De nombreux usages sont également expérimentés autour de la réalité augmentée, permettant de combiner la réalité perçue avec des informations en temps réel, des maquettes numériques de projet, etc.

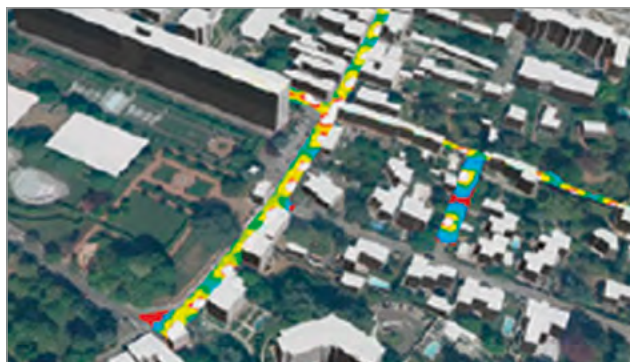
Monitoring et pilotage urbain

On peut citer notamment l'expérimentation SenseCity menée par l'IFSTTAR qui teste dans une « miniville », en milieu réaliste, un monitoring urbain. À la base ont été inventés des micro et nanocapteurs pour instrumenter et piloter la ville de demain. D'autres expérimentations ont également été conduites avec la ville de Cagnes-sur-Mer, sur une zone de 2 km², pour adresser des simulations de dispersion de polluants avec des capteurs de différents types (aérouliques, hydrométriques, boucles de trafic, température, etc.) installés en des points stratégiques du territoire. Les remontées des capteurs permettent aussi de vérifier les résultats de la simulation et de la recalibrer si nécessaire. Les résultats montrent la possibilité de piloter la ville de façon intelligente, en anticipant le dépassement de seuils de pollution par une régulation du trafic.

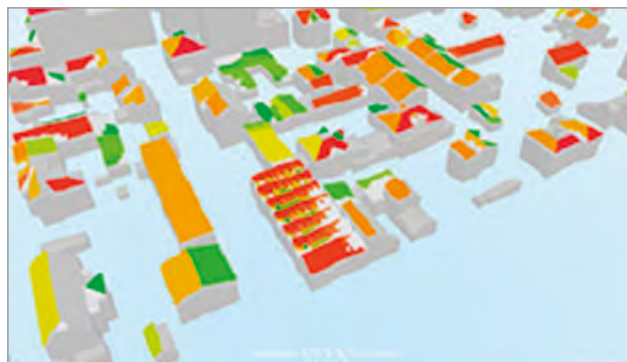


Simulation de dispersion de polluants exploitant des données de capteurs.

© CSTB



Éclairement sur les routes calculé à partir d'informations issues des lampadaires.



Potentiel de production photovoltaïque sur les toits.

© CSTB

Évaluation et optimisation des performances énergétiques et environnementales

La simulation numérique tire maintenant parti des nouvelles données disponibles, ainsi que des architectures informatiques puissantes et distribuées d'aujourd'hui, des optimisations offertes par l'intelligence artificielle, et des retours de données terrain (capteurs) permettant la vérification, voire le recalibrage des hypothèses initiales. Une expérimentation s'est terminée en 2016 dans le cadre du projet Ademe Smart Electric Lyon pour tester le pilotage intelligent de l'éclairage urbain dans une logique de baisse des consommations énergétiques. A été développé un couplage entre la maquette numérique, les informations en temps réel issues des lampadaires et le calcul de l'éclairement. Il est possible à présent de calculer automatiquement, à partir de maquettes numériques urbaines et d'informations issues de capteurs météo, des potentiels précis d'énergie photovoltaïque.



Couplage d'une maquette numérique incluant les bâtiments et les réseaux routiers à une simulation de trafic dynamique à une simulation acoustique avec écoute.

Analyse d'impact

Les études d'impact bénéficient des avancées en termes de données et de simulation numérique. Une expérimentation a été menée en collaboration avec le conseil départemental du Nord afin de développer des concepts de co-conception et de concertation innovantes pour évaluer l'impact acoustique des projets d'infrastructure routière. Des maquettes numériques sonores et visuelles de trois projets impliquant des collectivités locales ont été conçues pour l'occasion.

© C559, © IFSTTAR, © CSTB

SUEZ Consulting vous apporte une maîtrise accrue de vos projets d'infrastructures d'eau et une collaboration fluide avec le BIM

Forts de 70 ans d'expérience
dans l'ingénierie et la
conception et maîtrisant
l'usage de la maquette
numérique 3D, SUEZ propose
une approche pragmatique de
la méthodologie BIM
(Building Information Model).

L'objectif : accompagner
votre projet en mode
collaboratif, depuis la
conception jusqu'à
l'exploitation.



Usine d'eau potable de Montreuil (Ile-de-France)

Les tendances du BIM

► Le temps de la convergence entre BIM et IoT pour des bâtiments « plateformes de services » ou smart buildings ?

Confronter les projets d'aménagement à un horizon de dix ans et la loi de Moore permet de visualiser que le numérique et la donnée vont apporter agilité, réactivité, engagement de performance aux ouvrages construits. Le digital fait aujourd'hui partie de la vie des occupants d'un bâtiment et un continuum numérique doit être recherché. En parallèle, les préoccupations sociétales concernant la qualité de vie au sein d'un bâtiment sont de plus en plus fortes. Du fait de leur nature évolutive, les bâtiments doivent s'adapter à la vie de leurs utilisateurs. L'investisseur peut y trouver l'opportunité de maîtriser et de mesurer au fil du temps l'obsolescence de ses biens, en comprenant mieux les attentes et comportements des utilisateurs au cours du temps afin d'adapter sa stratégie d'investissement.

Le BIM, cœur du smart building

En prenant appui sur une base de données partagée et des outils collaboratifs, lorsque l'on adresse les questions du BIM, on apprend à redonner du sens aux données gérées par l'usage que chacun dans sa spécialité. On découvre la complexité de ces reconnections, la diversité des langages et des systèmes de pensée, mais on mesure également les opportunités portées par ces capacités à construire et gérer plus « intelligemment », en ne se limitant pas à son champ de connaissance. Tout doit conduire à décider en tenant compte des impacts dans une approche en cycle de vie. Le BIM relie le monde virtuel au monde réel. Il est essentiel de s'assurer de l'exhaustivité et de la qualité des données pour permettre l'ensemble des usages souhaités. Le BIM crée un continuum de données entre la conception, l'exécution, l'exploitation, la maintenance et la gestion du bâtiment.

L'IoT nourrit le cœur du smart building

De manière générale, la révolution numérique ouvre la porte à la quantification de nos environnements. La mobilisation de nos sens se transforme par des objets de la perception en langage mathématique sous forme de dimensions, volume, masse, poids, ondes, vitesse... offrant des capacités extraordinaires d'analyse et de prédiction. La capacité à transformer en données revient à pouvoir tout connecter. L'IoT par ses capteurs et actionneurs – accessibles de plus en plus, en temps réel – révèle des phénomènes peu ou mal mesurés auparavant. L'IoT relie le monde réel au monde virtuel en instrumentant notre environnement et en ouvrant des possibilités de modélisation et pilotage.

Le smart building et les smart infrastructures, supports d'une nouvelle économie de la donnée

Des perspectives nouvelles sur la visibilité et l'interaction en temps réel avec les ouvrages construits apparaissent alors. Lorsque les données s'inscrivent dans la maquette numérique, elles gagnent la dimension de la géolocalisation et se contextualisent dans l'environnement. La ville et les bâtiments connectés permettent la collecte permanente de données et transforment déjà usages et modèles économiques. Au-delà de l'analyse et de l'exploitation de ces premiers niveaux d'information apparaissent les premières applications de l'intelligence artificielle au bâtiment et à la ville, et l'on parle de bâtiments apprenants ou cognitifs. Des questions se posent pour les acteurs de la chaîne de valeur : qui est le régulateur et garant de la donnée numérique ? Quelles architectures sont sous-tendues ? Quels nouveaux modèles d'affaires et écosystèmes autour du partage des ressources, des technologies et des revenus ? Une révolution industrielle pour le secteur de la construction, de l'immobilier aux transports, en passant par l'énergie et les objets connectés.



Quand la technologie pousse au BIM

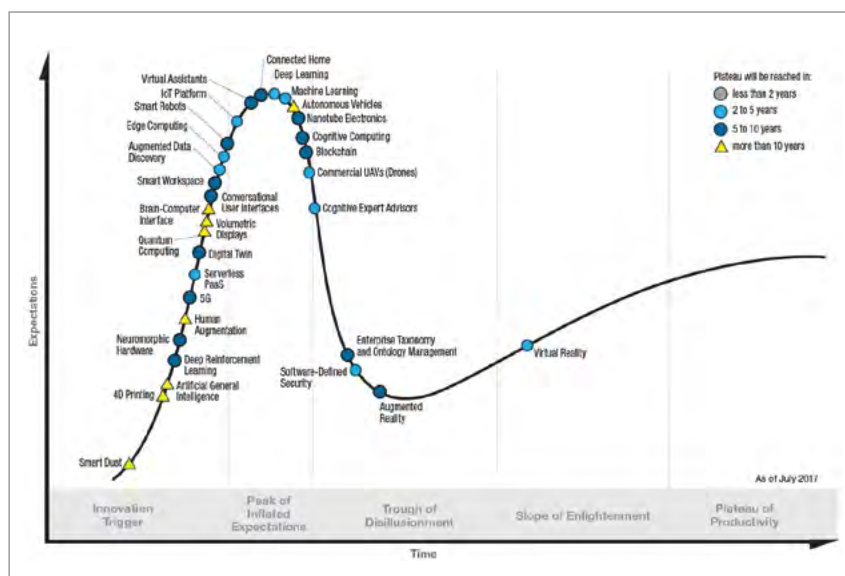
Les nouvelles technologies 3D – **salle immersive, expérience de réalité virtuelle ou augmentée avec un casque**, par exemple – renforcent l'atout « visualisation » du BIM, concourant ainsi à la digitalisation du secteur de la construction et de l'immobilier. De même, les progrès en matière de **stockage** – 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.

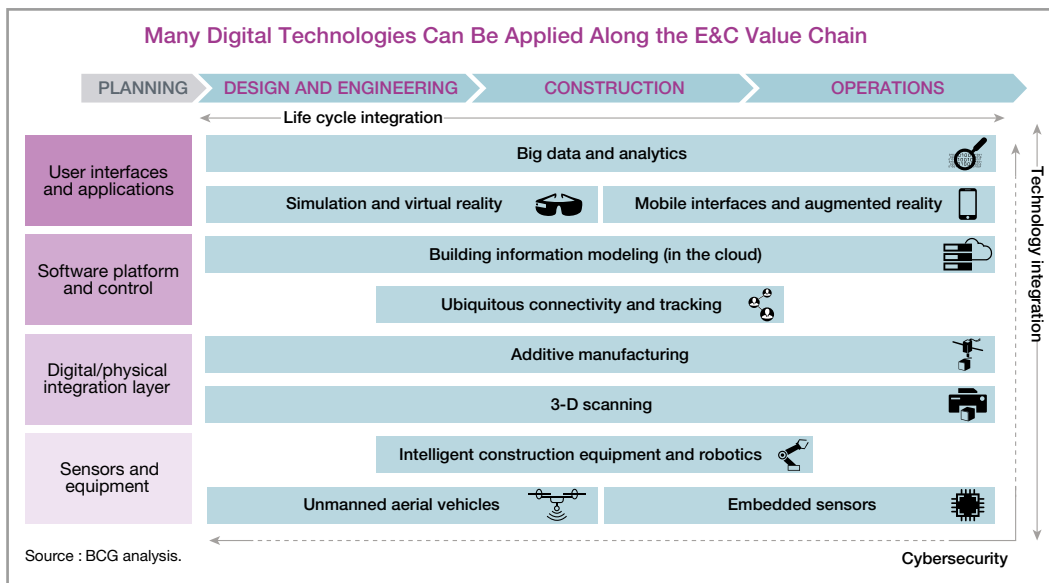
BIM et big data sont-ils connectés ?

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.

Le « Hype cycle » de Gartner sert à mesurer le ratio risque/opportunité d'une technologie dans le temps selon 5 phases : émergence, pic d'attentes démesurées (multiplication des solutions, essais par des pionniers), trou de la désillusion (échecs d'implémentation, disparition de produits), pente d'éclaircissement (produits pérennes, adoption), plateau de productivité (maturité, ROI). L'étude de 2017 identifie 3 grandes familles de technologies émergentes : l'intelligence artificielle, les expériences immersives et les plates-formes numériques.



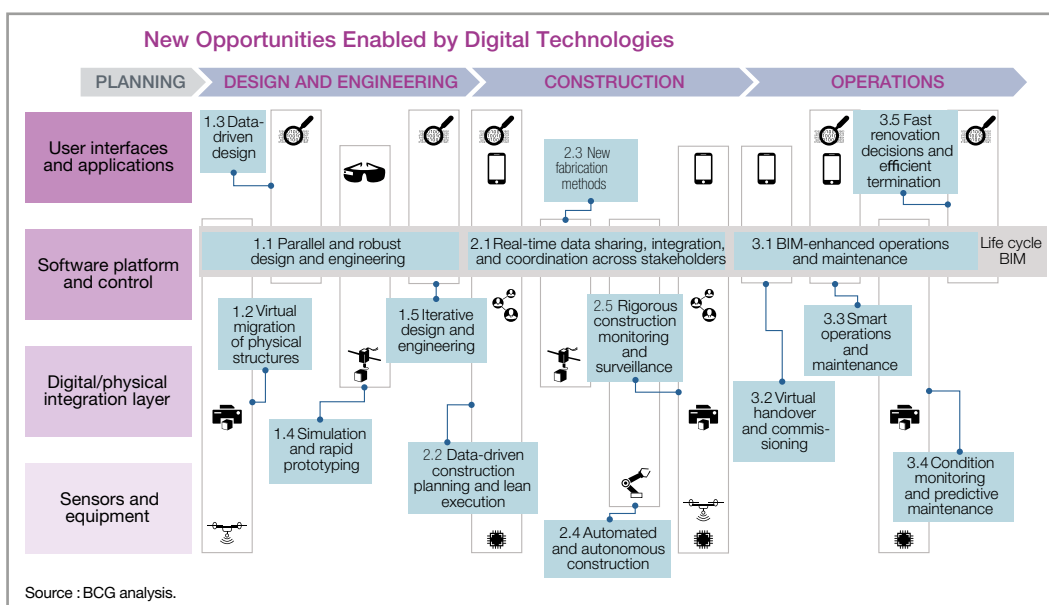


Le I de BIM pour intelligence ?

Face aux promesses des technologies informatiques et de l'intelligence artificielle, mais aussi face à un monde qui fonctionne de manière ultra-connectée, le mot smart s'accroche 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 » ?

BIM Exploitation, BIM et IoT, BIM et smart buildings, BIM et infrastructures, BIM et villes... Le secteur industriel dont le métier est de façonner le territoire s'est approprié tout autant la techno-

logie que la trajectoire d'évolution... en y ajoutant ce qui fait sa spécificité : la compréhension de l'espace (le territoire) et des usages. Cela peut faire une grosse différence. Avoir des milliards de points en nuage, avec la technologie laser, devient inutile si l'on n'y ajoute pas l'interprétation et la relocalisation. Mettre des capteurs n'importe où, pour suivre des mouvements de personnes ou de véhicules, pour connaître des états de surface, pour lancer une action, peut faire oublier que des métiers se sont créés pour développer des stratégies de maintenance, pour faire évoluer des aménagements.



*Impacts et bénéfices
du numérique
pour la construction.*

Construction et territoires : en route pour l'Industrie 4.0 ?

Une opportunité pour la compétitivité et l'attractivité des territoires

La transformation digitale des industries de la construction, de l'immobilier et de l'aménagement qui s'accélère produit progressivement des avatars numériques des bâtiments, des quartiers et des territoires qui forment un nouvel « actif digital territorial ».

Cet « actif digital territorial » peut être un levier d'attractivité et de compétitivité d'un territoire, au même titre que les équipements publics, les infrastructures de transport et les aménagements urbains.

L'enjeu pour les maîtres d'ouvrage, les collectivités et leurs grands partenaires, les entreprises innovantes et les acteurs académiques est donc maintenant de s'emparer de cette nouvelle opportunité pour nourrir les stratégies de développement territorial, participer à un cadre de vie durable et créer de nouvelles activités.

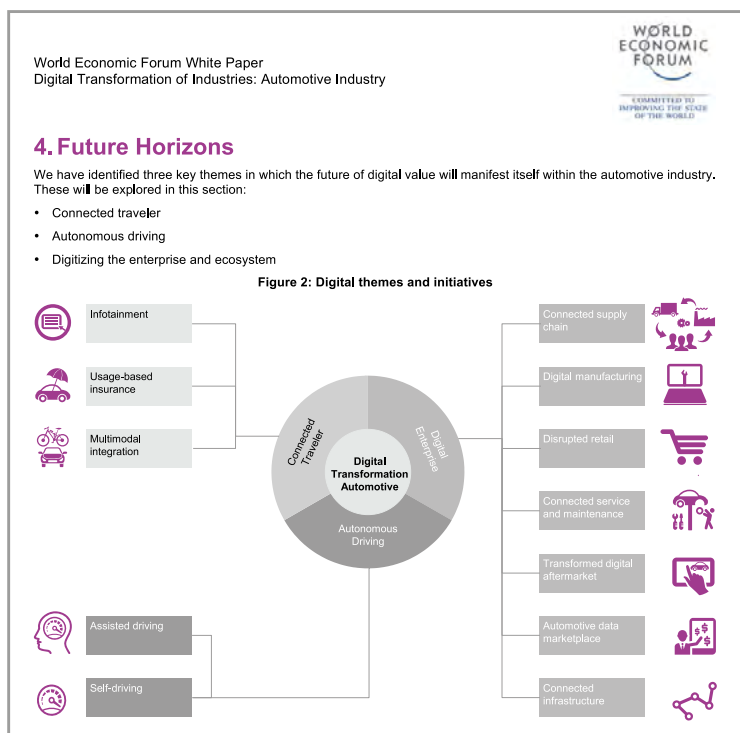
La Construction relève le défi en tirant les leçons d'autres industries

Le World Economic Forum a réalisé une estimation de la valeur potentielle de la numérisation par secteurs d'industrie : le secteur de la construction n'a pas été identifié comme une industrie capable de produire cette valeur ajoutée. Or, tout ce qui vient d'être démontré infirme la vision d'une filière BTP à la traîne de la transition numérique. Un double challenge se pose au secteur de la construction : intégrer les technologies du numérique dans ses processus pour accroître sa productivité du secteur, mais surtout savoir proposer des usages pertinents de ces outils, au-delà des phases de conception et de construction, en concurrence avec de nouveaux acteurs qui ne possèdent pas encore l'expérience de l'acte de bâtir ou d'aménager.

L'industrie de l'aéronautique, avec son expérience, nous enseigne que dans le **déploiement du numérique** deux clés du succès sont :

- l'interopérabilité par les standards normalisés ;
- le développement des standards par l'industrie elle-même.

Cette leçon a bien été retenue par l'industrie de la construction. L'ensemble des standards de données et services géospatiaux évoqués, associés aux standards BIM, répond aux besoins de smart buildings et de smart cities, en permettant de combiner et d'intégrer des informations géographiques et BIM de référence, des informations dynamiques et urbaines. Ils autorisent la gestion, la surveillance et la maintenance de bâtiments et d'infrastructures et améliorent les prises de décision ou la gestion de catastrophes ou crises. Assurer l'interopérabilité sur la base de standards ouverts qui évitent d'être captif de solutions propriétaires garantit au maître d'ouvrage les possibilités de mettre en relation toutes les nouvelles technologies avec les systèmes d'information du bâti avec le BIM, ainsi que de les pérenniser sur toute la longueur du cycle de vie.



Les thèmes du numérique et les initiatives. Il y a donc trois pôles : les technologies de l'internet des objets avec des services potentiels, une masse de données à collecter et des systèmes d'information à maintenir. L'étude d'Accenture pour le forum de Davos indique une direction : elle part des véhicules autonomes et du voyageur connecté et s'oriente vers les infrastructures connectées.

Un gisement d'économies

D'ici 2025, la numérisation à grande échelle entraînera des économies de coûts annuels mondiaux de 13 % à 21 % pour les phases de conception, d'ingénierie et de construction, et de 10 % à 17 % pour la phase d'exploitation. (source : WEF)

Smart city : les conditions pour un marché français porteur

Les entreprises doivent pouvoir réutiliser les innovations développées dans un territoire sur plusieurs projets (reproductibilité, répliquabilité). Ce qui suppose des standards sur les données pour faciliter la réutilisation des jeux de datas. Aujourd'hui il existe en France 500 formats différents sur les seules données de transport !

Si une collectivité dispose d'un logiciel propriétaire, elle doit rester souveraine de ses datas donc veiller à ce que : la donnée brute ne soit jamais altérée par le logiciel ; que le logiciel utilisé soit interopérable avec d'autres solutions du marché pour une reprise des données notamment. L'interopérabilité est donc considérée comme un vecteur de sécurisation par le rapport du député Luc Belot de la smart city au territoire d'intelligences (2017).

Cette notion d'interopérabilité est reprise d'ailleurs dans le rapport sénatorial – « Les nouvelles technologies au service de la modernisation des territoires » – de J. Mezard et P. Mouiller – dans l'idée de permettre un maximum d'échanges entre les différents dispositifs montés au niveau local. Cela concerne l'administration électronique, mais aussi les nouveaux services de la ville intelligente (réseaux de l'internet des objets, ouverture des données, etc.).

Le BIM et la continuité numérique

Le premier avantage de la maquette numérique est sans nul doute de créer de nouveaux modes de coopération entre les acteurs de l'acte de construire. Puis, les usages évoluant, le BIM est devenu créateur d'autres « richesses », pour reprendre la terminologie de l'Institut d'économie. Ainsi, il génère de nouvelles matières premières que sont les *big data*. En termes de valeur contributive, il participe à l'amélioration du savoir sur le bâtiment, voire la construction en général et le patrimoine. Enfin, dès lors qu'il sera combiné à des capteurs et des services d'information, il permettra de créer des services pour les utilisateurs, donc une valeur relationnelle. L'accent doit être d'ailleurs mis sur le « **multiusage** » ou le « **multi-échelle** » du BIM. Bien qu'il ait pris naissance dans le domaine de la conception, il est impératif qu'il continue de s'implanter dans les autres pôles que sont la planification, la construction et la gestion de patrimoine et le territoire.

En France le BIM entre dans l'Industrie 4.0 !

Pour la première, les industries pour la Construction ont leur Comité stratégique de filière au sein du Conseil national de l'Industrie (CNI) comptant 18 filières. Le CSF IPC a identifié des projets structurants existants autour de la numérisation, la performance énergétique, les nouveaux matériaux, et l'écoconstruction. C'est la reconnaissance d'une nouvelle filière industrielle résolument tournée vers les transitions. « Il nous appartient maintenant de transformer ces projets en objets opérationnels au service de la compétitivité de nos industries, et au service de la résilience de nos territoires pour un plus large partage ». H. de Maistre, président CSF IPC.

Le BIM en fait bien partie au travers de BoostConstruction. Ce projet – porté par des acteurs privés – se situe dans le prolongement de l'expérimentation PPBIM – menée par bSFrance dans le cadre du PTNB – pour aller plus loin dans les échanges data products. Le but : réaliser une plateforme numérique pour héberger les dictionnaires des propriétés des ouvrages et des produits de la construction et faciliter la description numérique des projets de construction entre l'ensemble des acteurs de la filière professionnels (maître d'ouvrage, MOE, constructeurs, fabricants de produits).

In fine les perspectives consistent bien à rapprocher l'ensemble des écosystèmes pour parvenir au jumeau numérique, ou l'administration shell de l'Alliance Industrie du futur, et rejoindre les actions « Digitising European Industry » de la commission Européenne.

Cette intégration du BIM dans l'Industrie 4.0, correspond à la vision « holistique » portée par bSFrance – Mediaconstruct de l'interopérabilité multi-sectorielle.



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 processus, 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 interopérable 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 concourante**).

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.

Nos remerciements vont à tous ceux qui partagent leurs expériences et leurs bonnes pratiques dans l'intérêt commun d'une transformation numérique réussie et bénéfique du bâtiment, des villes et des territoires, et plus particulièrement :

- à Beyond Event pour nous avoir permis de fusionner les Manifestes 2016 et 2017 de BIM World, événement référence de la transformation digitale de la Construction.
- aux adhérents bsFrance qui ont apporté leur contribution à ce BIM book, dont Alyos Ingénierie, Archimen, Cerqual, coBuilder, CSTB, Cype, Egis, FFB, Legrand, Quod Semantics, VINCI.
- aux auteurs des textes « Infrastructure numérique du territoire », « BIM dans la ville : nouvelle donne de l'aménagement du territoire », « Enjeux stratégiques » : C. Castaing, E. Cajoly, E. Devys, F. Robida, J. Soula, intervenants dans MINnD, l'OGC et buildingSMART International.

- Et enfin aux contributeurs Marie-François Guyonnaud (sur le smart building) et Alain Sevanche (sur les sujets de transformation digitale et le BIM).

Sources et liens utiles

- Extraits d'articles du www.blog-du-bim.fr comme « Quand le BIM participe à la 3^e révolution industrielle » avec J. Carassus ; « TPE/PME : acteurs et bénéficiaires particuliers de l'openBIM » ; « L'openBIM : GO ! »...
- BCG, « Digital in Engineering and Construction : the transformative power of BIM », 2017.
- Economist Intelligence Unit, « Rethinking productivity across the construction industry », 2015.
- EUBTG, « Manuel pour l'introduction du BIM par le secteur public européen », 2017.
- Eyrolles-CSTB-Mediaconstruct, « BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction », 2^e édition, 2015.

rique pour l'architecture, le bâtiment et la construction », 2^e édition, 2015.

- FIEC, « Rapport annuel et Commission européenne », 2017
- McKinsey, « Reinventing Construction : a route to higher productivity », 2017.
- Opiiec, étude « Evolution de l'ingénierie française de la Construction liée au BIM », 2016.
- World economic forum (WEF) « Shaping the Future of Construction », 2016 – et Accenture, « Digital transformation of industries », 2016

Crédits photos : Fotolia • DR : bSI, CSTB – Florence Joubert • mars 2019 • Mise en page : Caractère B.
Toute reproduction interdite, même partielle, sans l'autorisation buildingSMART France-Mediaconstruct, et des contributeurs du BIM Book.



www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr | twitter : @buildingSMARTfr

BIMWORLD
PARIS

