

**EXAMEN PROFESSIONNEL DE PROMOTION INTERNE ET
EXAMEN PROFESSIONNEL D'AVANCEMENT DE GRADE DE
TECHNICIEN PRINCIPAL TERRITORIAL DE 2^{ème} CLASSE**

SESSION 2019

ÉPREUVE DE RAPPORT AVEC PROPOSITIONS

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles.

Durée : 3 heures
Coefficient : 1

SPÉCIALITÉ : BÂTIMENTS, GÉNIE CIVIL

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 28 pages.

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend
le nombre de pages indiqué.**

S'il est incomplet, en avertir le surveillant.

Vous êtes technicien principal territorial de 2ème classe au sein de la direction des bâtiments de la région de Technireg. Les élus régionaux ont pour objectif de construire un nouveau lycée sur le territoire pendant la durée de leur mandat.

Compte tenu de l'importance et de la complexité d'un tel projet, ils souhaitent pouvoir suivre régulièrement son évolution, et communiquer auprès de la population, grâce à des outils efficaces et modernes. Le choix d'une maquette numérique a donc été plébiscité.

Les élus souhaitent pouvoir également profiter de ce progrès technique pour initier une nouvelle forme de gestion patrimoniale des bâtiments scolaires régionaux.

Dans un premier temps, en qualité de responsable du projet de construction d'un nouveau lycée, votre directeur vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur le BIM (Building Information Model).

10 points

Dans un deuxième temps, il vous demande d'établir un ensemble de propositions opérationnelles visant à doter Technireg d'une maquette numérique accompagnant le projet de construction d'un lycée, qui devra initier également une modernisation de la gestion patrimoniale.

Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.

10 points

Liste des documents :

- Document 1 :** « La maîtrise d'ouvrage publique et la révolution numérique du BIM » - Laurent CHOMARD - *marches-publics.legibase.fr* - 8 août 2017 - 3 pages
- Document 2 :** « Dix conseils pour se lancer dans le BIM » François PLOYE - *Technicités n°313* - mai 2018 - 2 pages
- Document 3 :** « BIM : comment contrôler l'information » - Jean-Paul STEPHANT - *Technicités n°308* - décembre 2017 - 2 pages
- Document 4 :** « BIM : Une demande croissante dans la commande publique » - *architectes.org* - 13 mars 2018 - 4 pages
- Document 5 :** « Organisation autour du BIM » - Jean-Paul STEPHANT - *Technicités n°298* - décembre 2016 - 2 pages
- Document 6 :** « Le projet de l'ENS Cachan récompensé d'un BIM d'Or en 2015 » - *Les cahiers techniques du Bâtiment* - 13 avril 2018 - 1 page

- Document 7 :** « Le BIM, un atout pour la gestion de patrimoine » - *Le Moniteur* - 11 septembre 2015 - 2 pages
- Document 8 :** « L'avenir numérique du bâtiment » - *lemag-numerique.com* – mars 2015 – 4 pages
- Document 9 :** « Toulouse fait le pari du BIM et de l'esprit d'équipe » Pascal NGUYEN-*lemoniteur.fr* - 23 novembre 2018 - 2 pages
- Document 10 :** « Qu'est-ce que le BIM collaboratif ? » - *toutsurlebim2.fr* septembre 2018 - 3 pages

Documents reproduits avec l'autorisation du C.F.C.

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

DOCUMENT 1

<http://marches-publics.legibase.fr/actualites/focus/la-maitrise-douvrage-publique-et-la-revolution-78238>

La maîtrise d'ouvrage publique et la révolution numérique du BIM

Par Laurent Chomard

Passation des marchés

Publié le 24 novembre 2016 - Mis à jour le 8 août 2017

La nouvelle directive européenne sur la passation des marchés publics (2014/24), votée par le parlement européen en 2014, encourage les États membres à recourir aux outils numériques, comme le BIM, dans la commande publique. Vous n'avez pas entendu parler du BIM ? Un acronyme anglo-saxon de plus, me direz-vous ! Et pourtant, tous les maîtres d'ouvrages publics ne pourront bientôt plus ignorer la révolution numérique qui, après le monde de l'automobile et celui de l'aéronautique, est désormais à l'œuvre dans le monde de la construction.

La France, si elle n'oblige pas encore les maîtres d'ouvrages publics à prévoir un BIM dans leur consultation portant sur les marchés de maîtrise d'œuvre ou de travaux, a créé néanmoins en décembre 2014 un plan de transition numérique dans le bâtiment, structure ayant pour objectif le développement du numérique dans le bâtiment, en faisant en particulier la promotion du BIM. Un site internet est d'ailleurs logiquement consacré à cette tâche : <http://www.batiment-numerique.fr/>

Nous allons dans un premier temps poser les définitions nécessaires à la compréhension du BIM, qui va au-delà de la simple demande de maquette numérique, puis nous aborderons le BIM au regard de la loi MOP relative à la maîtrise d'ouvrage publique et enfin ce qu'implique pour l'acheteur la mise en œuvre d'une démarche BIM dans ses consultations.

I. BIM, BIM, ou BIM

La directive européenne 2014/24 prévoit l'utilisation de la maquette numérique, comme le montre son article 22.4 : « Pour les marchés publics de travaux et les concours, les États membres peuvent exiger l'utilisation d'outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires. Dans ces cas, les pouvoirs adjudicateurs offrent d'autres moyens d'accès, selon les dispositions du paragraphe 5, jusqu'à ce que ces outils soient devenus communément disponibles au sens de paragraphe 1, premier alinéa, deuxième phrase. »

La France s'est contentée d'une transposition *a minima* et n'exige pas la fourniture d'une maquette numérique dans les consultations touchant à la construction, mais elle le permet, comme cela ressort de l'article 42 sur les dispositifs de communication électronique. Ainsi, l'article 42, alinéa 3, prévoit : « 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. »

La mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques (MIQCP) a publié un guide dédié à l'intention de la maîtrise d'ouvrage public en date de juillet 2016. Dans celui-ci, il explique en détail en quoi consiste le BIM et comment le mettre en œuvre dans les consultations, tant dans

celle de maîtrise d'œuvre que dans celles de travaux, de contrôle technique et de coordination sécurité et protection de la santé.

L'acronyme BIM a plusieurs significations. *Building Information Model* correspond au modèle de données décrivant un projet, ce qui correspond en fait en bon français à une maquette numérique ; *Building Information Modelling* décrit le processus de création, de collecte et d'utilisation de ces données ; enfin *Building Information Management* met l'accent sur l'organisation de projet nécessaire à la mise en œuvre du processus.

La MIQCP recommande d'employer le terme de maquette numérique et de conserver l'appellation BIM pour définir le processus de travail collaboratif sur une maquette numérique. En effet, le principal intérêt d'une maquette numérique réside dans la collaboration qu'elle permet entre tous les intervenants d'un projet de bâtiment, de la conception à l'exploitation : architecte, maître d'ouvrage, ingénieur, bureau d'étude, thermicien, économiste de la construction...

Elle anticipe virtuellement le bâtiment et la gestion de la totalité de son cycle de vie. Elle contient une base de données et une représentation graphique en 3D de l'ouvrage.

II. La loi MOP et le BIM

La loi MOP, c'est-à-dire la loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée, qui régit le contenu de la mission de maîtrise d'œuvre, ne semble pas incompatible avec des rendus de prestations sous forme informatique. En effet, ni la loi, ni son décret d'application n'impose un format ou support particulier à utiliser. Or, le BIM est un outil susceptible d'intervenir tout au long des phases du projet de construction d'un bâtiment, et peut s'inscrire dans le séquençage par éléments de missions prévu par la loi.

La maquette numérique peut être utilisée tant en phase conception qu'en phase de réalisation et de réception. On parlera alors de maquette numérique de construction. La consultation peut ainsi prévoir la mise en place d'une maquette numérique de conception qui se précisera au fur et à mesure de l'avancement des études de conception (APS, APD, PROJET). Les rendus peuvent éventuellement rester sous forme papier mais sont alors issus de l'avancement de la maquette numérique. À chacune des phases principales de la mission de maîtrise d'œuvre, les documents graphiques permettant la consultation des entreprises de travaux (maquette numérique de conception), ou les plans d'exécution en démarrage de chantier (maquette numérique de réalisation), seront issus de la maquette numérique et à la fin de la réalisation de l'ouvrage, la maquette numérique, elle-même devient la maquette numérique de réception ou DOE, c'est-à-dire le dossier des ouvrages exécutés (DOE) prévu par la loi MOP.

Selon la mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques, la maquette numérique de construction répond aux exigences des missions de maîtrise d'œuvre définies par la loi MOP et ses textes d'application. Élaborée sous la responsabilité de la maîtrise d'œuvre, elle est une compilation des maquettes numériques métiers de tous les intervenants constituant une représentation numérique du projet. Deux points juridiques peuvent donner lieu à des difficultés : tout d'abord la responsabilité de chaque intervenant de même que la question de la propriété intellectuelle. Ces deux points seront évités par une traçabilité de l'action de chacun sur la maquette numérique.

III. La mise en œuvre du BIM dans une consultation

Le maître d'ouvrage souhaitant gérer son patrimoine immobilier en mode BIM pourra établir une charte BIM, celle-ci lui permettant de traduire sa politique en objectifs de qualité et de performances attendues. Il peut se faire aider en cela par une AMO BIM. Même en l'absence de politique patrimoniale globale incluant le BIM, on peut néanmoins s'engager dans une démarche BIM de façon ponctuelle, là encore une aide sous la forme d'un AMO spécialiste en BIM est recommandée.

Très concrètement, une démarche BIM dans une consultation signifie la demande ou la fourniture d'une maquette numérique et l'élaboration d'un cahier des charges BIM par le pouvoir adjudicateur. Le cahier des charges BIM est un document précisant pour le projet les attentes du maître d'ouvrage en termes de BIM, c'est-à-dire d'exploitation de la maquette numérique, incluant les exigences de la charte BIM éventuelle du maître d'ouvrage.

En réponse à ce cahier des charges, le maître d'œuvre devra fournir une convention BIM par laquelle il décrira comment il compte répondre à ces attentes. Il décrira notamment l'organisation à mettre en place, la représentation graphique adoptée, la gestion et le transfert des données du projet, ainsi que le rôle de chaque intervenant à la construction, et l'environnement collaboratif du BIM.

La police de ce travail collaboratif résultant du BIM ou BIM management peut être confiée à un membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre. Cependant le maître d'ouvrage peut également confier cette mission à l'AMO BIM évoqué plus haut.

Enfin, la maîtrise d'ouvrage pourrait également assurer elle-même le management du BIM pour peu qu'elle dispose en son sein des compétences en la matière. À noter que cette démarche BIM au niveau de la maîtrise d'œuvre signifie que la convention BIM, une fois acceptée par le maître d'ouvrage, deviendra une pièce contractuelle non seulement du contrat de maîtrise d'œuvre mais également des contrats avec les autres acteurs, contrôleur technique, coordonnateur en sécurité et en protection de la santé et surtout les entreprises de travaux. Comme l'écrit dans son bulletin de mars dernier le Délégué général du syndicat national du second œuvre : « Au sein de l'équipage collaboratif embarqué dans le système, le savoir sera pouvoir. Or, entre l'artisan, la grande entreprise générale et la multinationale de l'industrie, les moyens de savoir ne sont pas égaux. D'où le risque d'un nouveau clivage, notamment au sein des PME : "BIM or not BIM". Il serait illusoire de vouloir arrêter la révolution numérique du BIM qui va se traduire par un big bang méthodologique lui-même susceptible d'un grand boum dans la structure traditionnelle du secteur. Chacun devra y trouver sa juste place. »

Source :

- [Guide de recommandation à la maîtrise d'ouvrage de la MIQCP sur le "BIM et maquette numérique"](#)

Dix conseils pour...

...SE LANCER DANS LE BIM

Par François Plage

L'usage croissant du processus BIM concerne aussi bien la construction neuve, les travaux sur l'existant que la gestion et l'entretien du patrimoine. Dix conseils tirés de l'expérience des villes de Cannes, Montpellier, Strasbourg, Bordeaux, Lille.

1 S'APPUYER SUR L'EXPÉRIENCE EXISTANTE

Le BIM (Building Information Modeling) est une maquette numérique du bâtiment structurée et constituée d'objets (menuiseries, chaudière, logements, etc.) identifiés et enrichis. Pour se lancer, il est important de bien définir par quoi commencer : par la conception et les études, par le suivi des travaux ou par l'exploitation ? Le guide méthodologique de « Recommandations à la maîtrise d'ouvrage », édité par le PTNB et la MIQCP, apporte des conseils utiles pour bien démarrer. Se lancer dans le BIM, c'est défricher un domaine dont la maturité n'est pas encore éprouvée. Il est indispensable de partager l'expérience acquise avec des structures similaires.

2 DÉMARRER PAR UN PILOTE

Le déploiement du BIM prenant plusieurs années, il convient d'être modeste dans les ambitions, en choisissant l'objectif le plus pertinent et en se donnant le droit à l'expérimentation, voire d'être simplement observateur dans un premier temps. Le savoir-faire de bureaux d'études AMO peut être apprécié pour accompagner le démarrage avec la mise en place de tests sur des opérations pilotes en sachant que le savoir-faire nécessaire est à la fois informatique (BIM et maquette numérique) et métiers (architecture et gestion de patrimoine). De premières validations de principe vont permettre de consolider les différentes étapes de la chaîne, allant de la conception à l'exploitation.

3 METTRE EN PLACE LA COLLABORATION

Le processus BIM ne se réduit pas à la description géométrique contenue dans la maquette numérique 2D et 3D du bâtiment. Près de 80 % des données BIM ne sont pas visuels et sont renseignés par différents métiers. Le passage au BIM dans une entreprise ou une collectivité s'organise ainsi de manière

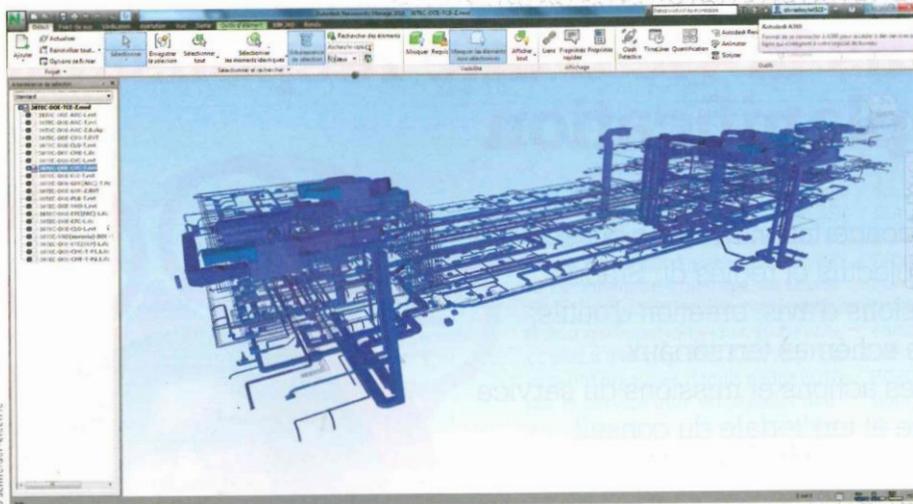
transversale en mobilisant plusieurs services. Les directions métiers concernées par les enjeux du BIM sont la direction des bâtiments ou du patrimoine bâti et la direction des systèmes d'information géographique. Par ailleurs, sont aussi impliqués à des degrés divers les services informatique, finances pour les commandes, et communication.

4 ENCADRER PAR UNE CHARTE

Le niveau de détails de la maquette est précisé par le LoD (Level of Detail) et le LoI (Level of Information). Le cahier des charges de chaque projet vient définir le niveau de détails de la maquette modélisée à chaque étape et pour chaque intervenant et contient une charte précisant la structuration des données BIM souhaitée. « Attention avec le BIM, il faut être rigoureux sur les fondamentaux de la gestion du projet. Le risque est de ne jamais s'arrêter d'enrichir et de modifier la maquette. Une traçabilité doit être assurée avec des jalons et des validations de la maquette aux différentes étapes du projet (APS, APD, etc.) », insiste Magali Thisse, directrice générale déléguée de Berim, société d'ingénierie.

5 PRIVILÉGIER UN FORMAT PÉRENNE D'ÉCHANGES

Pour garantir l'interopérabilité des échanges entre logiciels différents, le choix d'un format de fichier open BIM est indispensable, éventuellement complété par un format natif de logiciel commercial. Le standard d'échanges des données de la maquette habituellement utilisé est une norme ISO, l'IFC (Industry Foundation Classes) qui a été définie pour les bâtiments mais aussi les ouvrages d'art. À noter qu'il existe une méthode à destination des maîtrises d'ouvrage pour recenser et structurer un projet de construction dite COBie (Construction Operation Building Information) basée sur les IFC pour la maquette numérique et la norme Omniclass pour la nomenclature.



Modèle BIM pour l'exploitation de nouveaux bureaux à Grenoble.

6 S'ÉQUIPER POUR LA 3D TEMPS RÉEL

À moins d'avoir une équipe de maîtrise d'œuvre en interne, la priorité n'est pas de s'équiper en outil logiciel d'édition de la maquette numérique. Pour visualiser la maquette numérique, ajouter des annotations, faire des mesures et des coupes, des visualiseurs BIM suffisent dont certains sont gratuits comme eveBIM du CSTB. Du côté serveur d'échanges de données autour de la maquette, la plateforme Kroqi du PTNB est à disposition des maîtrises d'ouvrage public. Néanmoins, du fait de la complexité des modèles BIM utilisés dans les projets de grande envergure, il faut prévoir des stations de travail suffisamment puissantes pour pouvoir manipuler en temps réel la maquette 3D ainsi que des espaces de stockage de données.

7 ORGANISER AUTOUR DU COORDINATEUR BIM

Au sein de la nouvelle organisation, chaque intervenant du projet nomme un coordinateur BIM qui est le référent pour l'entreprise pour gérer, échanger et archiver les fichiers BIM créés par l'entreprise. La centralisation des différentes maquettes est de la responsabilité du BIM Manager de la maîtrise d'œuvre qui, sur les projets conséquents, est associé à un BIM Manager AMO. Du fait des enjeux d'interopérabilité, le BIM Manager consacre une partie de son temps à convertir et à vérifier les éléments de la maquette fournis par les différents acteurs du projet. La convention BIM spécifique à chaque projet vient contractualiser l'organisation du processus BIM.

8 ÊTRE PRUDENT SUR LES GAINS RÉALISÉS

Le BIM demande d'être vigilant sur la définition des besoins car les coûts d'investissement dans la maquette peuvent être exponentiels. Néanmoins, les gains sont réels. Les chantiers sont sécurisés grâce à une meilleure détection

des conflits et des incohérences en amont. En gestion de patrimoine, les commandes peuvent être passées avec davantage de précision, les travaux programmés avec une plus grande anticipation et une maintenance prédictive mise en place. Néanmoins, il faut être prudent sur l'estimation du retour sur investissement car les gains sont difficiles à quantifier et il faut veiller à ce qu'ils soient répercutés par les entreprises.

9 ANTICIPER L'ÉVOLUTION DE LA GESTION DE PATRIMOINE

Il peut s'avérer utile de démarrer un dialogue avec son éditeur de logiciel de gestion de patrimoine, concernant son adaptation à l'arrivée du BIM. À terme, l'outil de gestion technique de patrimoine doit être à même d'exploiter une maquette numérique en lien avec le logiciel de gestion financière (les bordereaux de commande) et avec les contrats de maintenance. Les données doivent être structurées de manière assez fine, dans un format qui ne soit pas propriétaire. Les données doivent être pérennes et fiables avec des liens actifs, par exemple une nouvelle commande de chaudière va remettre le statut de l'équipement à neuf.

10 INTÉGRER LE SERVICE GÉOMATIQUE

Un sous-ensemble du BIM est utile à l'échelle de la ville et se trouve renseigné dans le SIG3D de la collectivité. Il existe une complémentarité fructueuse entre les modélisations fines des bâtiments et la connaissance géomatique simplifiée du territoire. L'équipe de pilotage du BIM doit être pluridisciplinaire et intégrer le service SIG qui possède une vision transversale des données numériques du territoire, essentielle à une bonne exploitation du patrimoine. En dehors du bâtiment, le choix d'un format de fichier est moins évident entre CityGML qui répond globalement mais de manière incomplète et les IFC qui ne couvrent que les ouvrages d'art.

BÂTIMENT

BIM : comment contrôler l'information

Par Jean-Paul Stephant, ingénieur en chef territorial

Le BIM se développe, son intérêt pour les professionnels commence à progresser mais la masse d'informations qu'il traite est aussi exposée à des risques dont il faut se prémunir.

L'organisation des projets de bâtiments autour de la modélisation des données du bâtiment (BIM pour Building Information Modeling) donne à ce dernier une grande importance. Les enjeux qu'il génère (gain de temps, élimination des erreurs, pertinence des choix de la maîtrise d'ouvrage) sont sous-tendus par une qualité d'information irréprochable. Or, celle-ci n'est actuellement que très peu contrôlée.

L'une des grandes qualités du BIM est de gagner du temps mais la contrepartie de cette course contre la montre ne doit pas se traduire par une perte de qualité. Il est très facile de mettre une information en ligne et celle-ci peut tout aussi rapidement être rediffusée par un ou plusieurs acteurs du projet. La contrepartie de cette célérité est qu'une information erronée est aussi rapidement diffusée qu'une bonne. Il faut donc une validation avant toute diffusion de donnée.

Les objets BIM sont de plus en plus disponibles sur le Net. Les fournisseurs sont chaque jour plus nombreux à mettre à la disposition des concepteurs des représentations 3D au format IFC, lequel devient le standard des objets BIM. La mise à disposition de ces objets virtuels est faite avec sérieux par les industriels qui ont compris tout l'enjeu commercial de cette



L'ESSENTIEL

- Les données injectées dans le BIM doivent être vérifiées et validées.
- Les informations fausses ou erronées sont sources de perte de temps alors que le BIM permet normalement d'en gagner.
- La validation finale des informations à verser au BIM est sous la responsabilité du BIM-manager de la maîtrise d'œuvre.

offre, mais ces représentations graphiques peuvent ne pas correspondre exactement aux produits qu'ils sont censés représenter. Même s'ils sont très proches, les différences entre le virtuel et le réel se répercuteront sur la maquette numérique qui ne sera pas conforme à la réalisation future.

Sources possibles de désinformation

Côté conception, le choix des objets BIM peut aussi être entaché d'erreur. Il peut se porter sur une référence différente de celle préconisée dans les pièces écrites. Il faut donc que la concordance entre les données écrites et graphiques soit vérifiée afin d'éviter les contentieux en cours d'opération.

Les objets BIM utilisés peuvent être assortis d'étiquettes mentionnant des informations ; mais ces données liées peuvent s'avérer non conformes à l'objet. Les dimensions, les caractéris-

tiques ou les références peuvent être entachées d'erreur, et seule une lecture attentive et exercée sera capable de déceler ces incohérences.

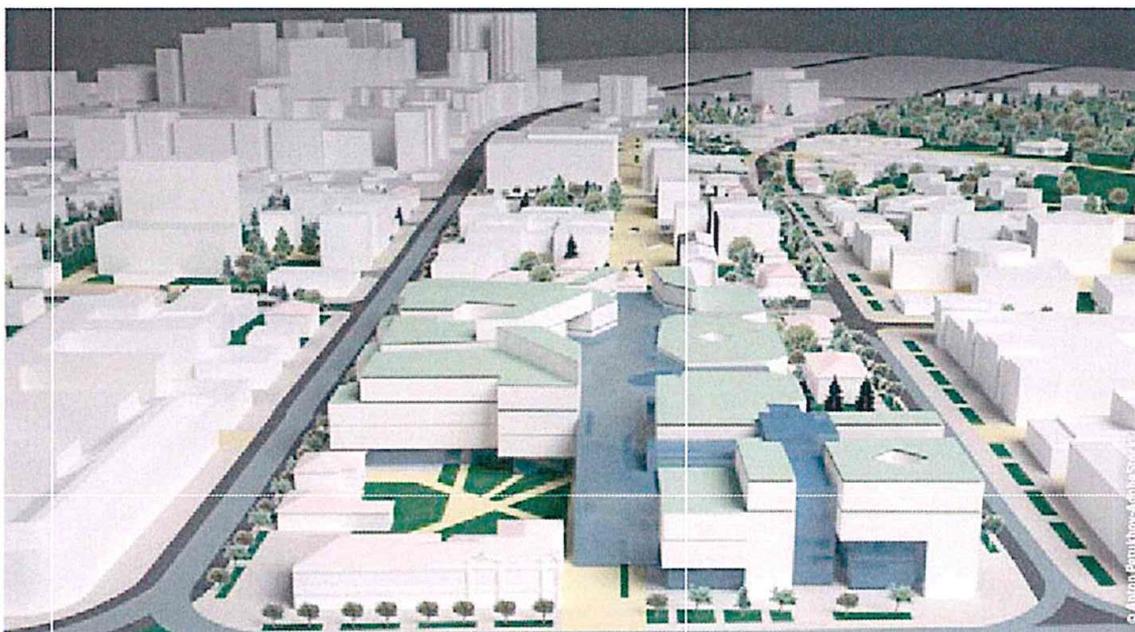
Il faut aussi porter une attention particulière à l'utilité des objets BIM. Certains objets peuvent avoir eu leur utilité en phase de conception pour apprécier la pertinence de l'ouvrage (arbres, voitures, personnages à l'échelle) mais la profusion de ceux-ci peut aussi noyer l'essentiel en phase de réalisation. En conséquence, le nettoyage de tous les objets inutiles sur la maquette permettra une meilleure lecture de celle-ci par ceux chargés de réaliser l'ouvrage.

Peut-être est-il même possible d'utiliser la désinformation à des fins moins avouables, pour remporter les marchés par exemple. Il n'existe encore, à notre connaissance, aucun cas d'espèce mais il est possible d'imaginer le profit qui peut être tiré d'un dossier numérique comportant de mauvaises données si rien n'est mis en place pour les déceler. Il y a pourtant lieu de se mobiliser puisque l'obligation d'utiliser le BIM pour toutes les consultations publiques était annoncée pour 2017. L'année s'achève sans que le texte soit publié mais l'intention du Gouvernement demeure même si les équipes ont changé entre-temps. En attendant ce texte, ne perdons pas de vue ce paragraphe de l'article 42 du décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics :

VILLE D'AJACCIO

UN MARCHÉ PUBLIC 100 % BIM EN CORSE

L'hôpital d'Ajaccio a lancé un des tout premiers marchés « 100 % BIM » pour la reconstruction de son centre hospitalier. L'utilisation du BIM a ainsi été exigée à chaque phase du projet par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre a traduit ce vœu dans tous les dossiers de consultation. Les candidats ont donc dû exprimer dans l'acte d'engagement quel était leur BIM-manager, quel était leur mode d'organisation autour du BIM, les logiciels utilisés, leur capacité à produire des documents au format IFC – format standard entre les différents logiciels de BIM à l'instar du DXF en DAO – ou des données au format BCF – format d'échange d'information sur les données rattachées aux maquettes.



Le recours au BIM se généralise et pourrait devenir obligatoire pour les consultations publiques. Mais pour que la modélisation numérique soit pertinente, il faut que les données versées ne comportent pas d'erreur, ni d'incohérence.

« 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 ». Cette possibilité, qui devrait devenir obligation en cours d'année prochaine, nécessite que les collectivités se mobilisent pour garantir la fiabilité des informations véhiculées par les marchés publics qu'ils lancent.

Solutions à mettre en œuvre

C'est sans doute un défaut de jeunesse, la mission de BIM-manager n'a pas le même profil dans toutes les structures. Organiser, définir, préconiser, accompagner, suivre, gérer, telles sont les actions le plus couramment proposées par les cabinets qui se positionnent sur la mission de BIM-manager mais rares sont celles qui incluent dans leur offre le contrôle de l'information qui est une matière essentielle du modélisme virtuel.

Une opération de construction BIM mettra en action plusieurs BIM-manager puisque les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les entreprises auront tous prochainement une personne chargée de cette mission. Chacun de ces BIM-manager aura un rôle différent qui correspondra au rôle de la structure pour laquelle il travaille. Chacun aura aussi une part de vérification des

informations à verser à la maquette numérique et la validation finale incombera au BIM-manager de la maîtrise d'œuvre. Il faudrait qu'un principe devienne règle d'or pour chaque acteur du BIM : « mieux vaut ne pas donner d'information que de donner une information erronée ».

Le maître d'ouvrage en charge de la commande publique a la possibilité de prescrire une organisation du futur chantier pour mettre en place les contrôles qu'il souhaite voir effectuer. L'écriture de procédures incluses dans les pièces écrites des marchés permettra d'imposer la mise en œuvre des processus de validation nécessaires. En réponse à ces prescriptions, les candidats à la maîtrise d'œuvre pourront être appelés à expliquer comment ils comptent organiser le chantier et comment ils vont mettre en place un « protocole des échanges » qui garantira la pertinence des données versées au BIM.

Une autre possibilité d'organisation consiste à intégrer le BIM aux plans d'assurance qualité (PAQ) des entreprises quand elles en sont dotées.

LE BIM DANS TOUTES SES DIMENSIONS

2D puis 3D, jusque-là c'est clair. Mais 4D, 5D... nD Les choses se compliquent ? Pas tant que ça. La 4D, c'est de la 3D à laquelle on a rajouté la dimension temps. Et la 5D ? On a rajouté à la 4D la dimension « ressources ». Celle-ci comprend généralement les méthodes, les hommes et le matériel nécessaires à la réalisation de l'ouvrage. Il est ainsi possible de rajouter d'autres dimensions pour créer la 6D, la 7D, etc. s'il en est besoin.

Ces documents s'y prêtent parfaitement puisqu'ils décrivent par le détail toutes les dispositions à prendre pour réaliser l'ouvrage. Les PAQ appliqués à un chantier décrivent leur imbrication dans l'organisation de celui-ci. Autre avantage et non des moindres, les procédures de contrôle qu'impose un PAQ garantiront la bonne exécution des contrôles recherchés. ●

POUR EN SAVOIR +

- www.ffbim.fr/le-bim-est-il-obligatoire-en-france
- www.alain-bensoussan.com/avocats/bim-marches-publics/2015/06/23/
- www.anyideas.r et/2014/03/plan-assurance-qualite/

DOCUMENT 4

<https://www.architectes.org/actualites/bim-une-demande-croissante-dans-la-commande-publique>

Le 13 mars 2018

BIM : UNE DEMANDE CROISSANTE DANS LA COMMANDE PUBLIQUE

Afin de mesurer la prise en compte du BIM par la maîtrise d'ouvrage publique, le CNOA (Conseil National de l'Ordre des Architectes) a réalisé une étude portant sur l'analyse des avis de concours de maîtrise d'œuvre publiés depuis avril 2016.



Si l'essor du BIM et de la maquette numérique semble incontestable pour l'ensemble des acteurs du bâtiment en France, aucune étude quantitative n'a encore été menée pour en mesurer la demande au sein de la commande publique.

Afin d'effectuer cette mesure de la prise en compte du BIM par la maîtrise d'ouvrage publique, le CNOA a réalisé une étude portant sur l'analyse des avis de concours publiés depuis la mise en œuvre de la réforme de la commande publique en avril 2016 jusqu'en février 2018.

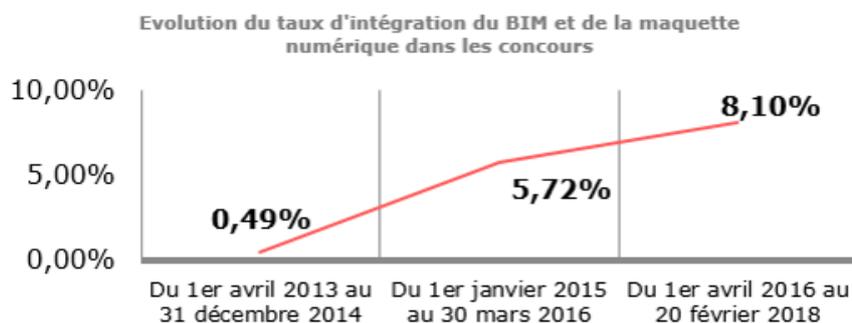
L'avis de concours est déterminant dans la composition des équipes de maîtrise d'œuvre puisqu'il décrit impérativement les conditions de participation, les critères de sélection, les critères d'évaluation des projets ainsi que la nature de la mission confiée au maître d'œuvre une fois le lauréat désigné.

Elle permet une première appréciation des modalités de prise en compte du BIM et de la maquette numérique par la maîtrise d'ouvrage publique.

Présentation des résultats

Encore très marginale sur les périodes précédentes, l'intégration du BIM dans les concours de maîtrise d'œuvre en France connaît une progression constante, particulièrement depuis la mise en œuvre de la réforme de la commande publique.

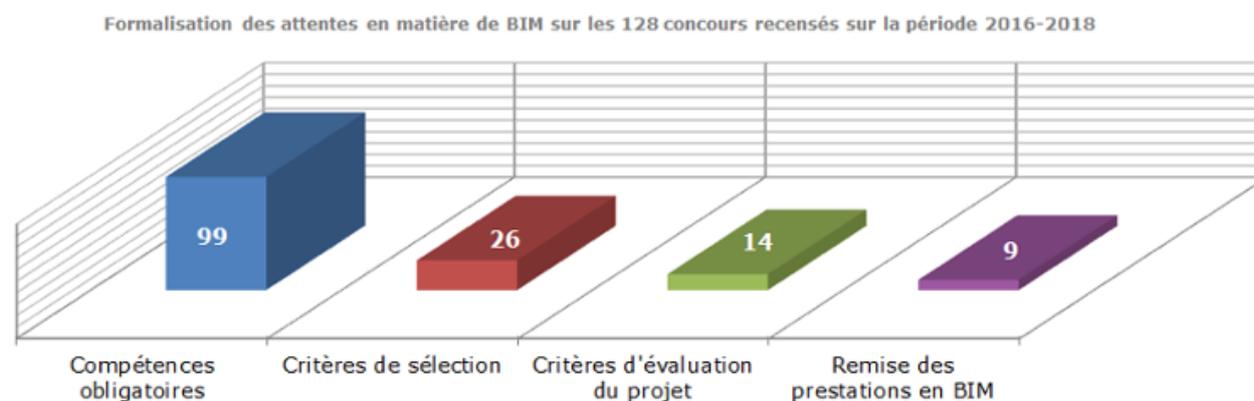
Niveau d'intégration du BIM : une progression croissante (rappel depuis 2013)



	Avril 2013 Décembre 2014	Janvier 2015 Mars 2016	Avril 2016 Février 2018
Concours	1 442	962	1581
Concours intégrant le BIM	7 (0,49%)	55 (5,72%)	128 (8,10%)
Marchés globaux	594	281	352
Marchés globaux intégrant le BIM	32 (5,39%)	33 (11,74%)	54 (15,34%)

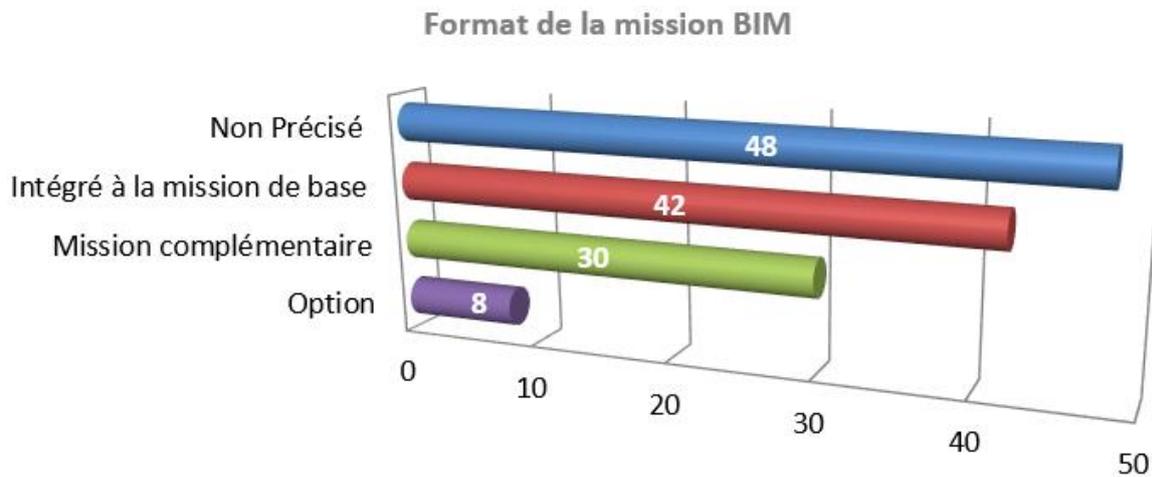
- **8,10 % des concours font ainsi référence au BIM** ou à la maquette numérique entre le 1^{er} avril 2016 et le 20 février 2018 (contre 5.72% entre le 2 janvier 2015 et le 30 mars 2016, et 0.49% entre le 1^{er} avril 2013 et le 31 décembre 2015).
- Une tendance similaire est observée **en marché global, la part d'inclusion du BIM s'élevant à 15.34%** sur la même période de référence (contre 11.74% entre le 2 janvier 2015 et le 30 mars 2016, et 5.39% entre le 1^{er} avril 2013 et le 31 décembre 2015).

Attentes des acheteurs : forte polarité sur la compétence BIM obligatoire (2016-2018)



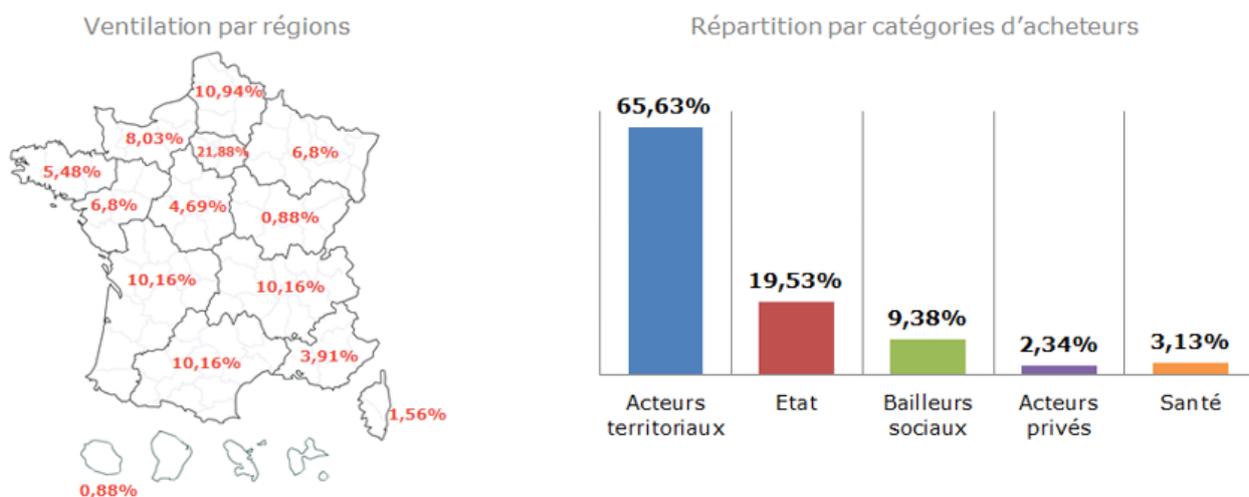
- En termes d'impact sur le processus de sélection, **les maîtres d'ouvrages érigent principalement le BIM comme une condition de participation**. La compétence BIM dans l'équipe candidate est ainsi imposée dans 88 concours sur les 128 de référence (68,75% des cas).
- Si **20% des concours comportent des critères de sélection relatifs au BIM**, seuls quelques-uns sont affectés d'une pondération ou d'une hiérarchisation significative.
- La **remise de prestations sous la forme de maquette numérique** lors de la phase d'évaluation des projets **reste extrêmement marginale**, seuls quelques concours imposant ce format (6.83% des concours intégrant le BIM, 0.54% rapporté à l'ensemble des concours lancé en France sur la période 2016-2018)

Prise en compte du BIM dans la mission de maitrise d'œuvre : une relative imprécision sur la nature de la mission confiée (2016-2018)



- La manière dont le BIM est intégré à la mission de maitrise d'œuvre est assez partagée : soit inclus dans la mission de base (30.77%), soit identifié comme mission complémentaire (23.08%) ou plus rarement comme option/PSE (6.84%). Elle reste très souvent peu précisée (37% des cas).
- Il faut noter une **traduction particulièrement hétérogène des notions** de BIM et de maquette numérique dans les compétences exigées des candidats et la nature de la mission confiée « *AMO BIM, BIM Management, gestionnaire BIM, démarche BIM, coordinateur BIM, BIM, BIM management production et coordination, gestionnaire de maquette numérique communicante BIM, mission Building Information Model, BIM équivalent niveau 2 minimum, mission BIM management études et travaux, gestion de projet en BIM...* ».
- Dans plus d'un tiers des cas**, alors que l'acheteur y fait pourtant expressément référence comme conditions de participation, critère de sélection, voire comme rendu de concours, qu'il est **impossible d'identifier la nature de la mission BIM confiée à la maitrise d'œuvre**.
- La mise à disposition d'un cahier des charges BIM ou de documents précisant les attentes de l'acheteur à ce stade du mode de sélection est résiduelle (pratique observée dans moins d'une dizaine de concours)

Cartographie et profils des maitres d'ouvrage : une distribution géographique relativement équilibrée et une prédominance de la commande publique territoriale (2016-2018)



- La prise en compte du BIM est relativement équilibrée sur l'ensemble du territoire, en cohérence avec la distribution géographique de la construction publique.

- Le BIM est très majoritairement porté par les acteurs territoriaux : 66% des concours faisant référence au BIM sont lancés par des collectivités territoriales, établissements publics locaux ou sociétés publiques locales, particulièrement des structures de grande taille (Conseils régionaux et départementaux, métropoles et intercommunalités)

Principaux enseignements

Si l'intégration du BIM dans les concours de maîtrise d'œuvre connaît incontestablement une progression constante, les exigences fréquemment isolées de compétences et les imprécisions relevées dans la traduction des missions suggèrent, de manière générale, un degré de maturité encore faible.

La prise en compte actuelle du BIM semble poursuivre une trajectoire similaire à la mise en place des démarches de développement durable dans la construction publique observées il y a quelques années. Si certains maîtres d'ouvrage conduisent d'ores et déjà une démarche pleinement structurée en matière de BIM, la plupart reste dans une phase d'apprentissage incluant son lot d'approximations.

En matière de sélection des candidats, une tendance forte semble se dessiner avec un impact fort pour les agences d'architecture : la compétence BIM obligatoire va vraisemblablement s'institutionnaliser comme une condition de participation au même titre que les compétences traditionnelles exigées par la maîtrise d'ouvrage. Cela suppose des agences une réflexion structurelle sur les modalités de participation aux concours et un arbitrage entre ces deux options : intégrer la compétence en interne et la faire valoir dans son dossier d'œuvres et de références, ou nouer un partenariat fort avec des intervenants extérieurs afin de co-traiter ou sous-traiter cette compétence.

L'étude souligne la marginalité des concours prévoyant la remise des prestations sous la forme d'une maquette numérique. La réforme du droit de la commande publique avait pourtant embarqué des mesures incitatives en ce sens, permettant aux acheteurs d'exiger *l'utilisation d'outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires*. (Article 42 du décret du 25 mars 2016). Force est de constater que les maîtres d'ouvrage ne se sont pas encore emparés de cette possibilité, sans doute encore difficile à manipuler et juridiquement très encadrée.

Rappelons à ce titre que pour assurer la régularité du concours, s'il exige la remise d'une maquette numérique, l'acheteur peut uniquement faire référence à l'IFC, consacré par la norme ISO 16739:2013, et seul format permettant de respecter le principe de liberté d'accès à la commande publique. Toute autre préconisation dans les documents du concours aurait pour effet de le rendre irrégulier, la référence à une marque ou à un type de logiciels étant particulièrement circonscrite dans les textes régissant la commande publique.

Méthodologie de collecte des données

Le JOUE constitue le support de publication obligatoire pour les acheteurs lançant un concours de maîtrise d'œuvre ou un marché public global. Il dispose d'un moteur de recherche de haute qualité, qui permet une collecte fine et harmonisée des données.

Le choix du JOUE ne permet pas en revanche d'intégrer dans l'analyse les marchés passés en procédure adaptée. L'éclatement des supports de publication possibles pour ce type de procédure (BOAMP, presse spécialisée, plateformes numériques, journaux d'annonces légales) rend particulièrement difficile la collecte de données.

Ne sont donc concernés par cette étude que les projets initiés à la suite d'un concours, à l'exclusion de ceux conduits par l'intermédiaire d'une procédure adaptée ou d'une procédure formalisée (procédure concurrentielle avec négociation).

BÂTIMENT

Organisation autour du BIM

Par Jean-Paul Stephant, ingénieur en chef territorial

Chacun sait désormais ce qu'est le BIM et ce qu'il peut apporter. Mais il nécessite de profonds changements dans les pratiques des services techniques, que ce soit au niveau de la conception, de la définition des travaux, du suivi des opérations ou encore de la gestion des bâtiments.

Une collectivité qui choisit d'adopter le BIM doit nécessairement impliquer l'intégralité de la chaîne décisionnelle pour ressentir les effets positifs de ce nouvel outil numérique, son intérêt étant de redonner de la vision sur les projets. En permettant de voir, et même de s'appropriier, l'ouvrage avant qu'il soit réalisé, le BIM renforce la pertinence des échanges entre donneurs d'ordre, concepteurs, constructeurs et utilisateurs futurs.

Évidemment, pour que cela fonctionne, l'investissement à consentir par la collectivité est conséquent mais il n'est peut-être pas là où l'on s'attend qu'il soit. Le premier poste qui vient à l'esprit concerne l'informatique. Or, il est déjà abondamment déployé et fortement utilisé par l'ensemble des personnes intéressées par les projets. Il reste cependant à mettre en place les outils propres à faire fonctionner le dispositif, qui peut s'adapter à tous les besoins et tous les budgets.

Le poste d'investissement le plus important se situe sans aucun doute au niveau des personnes, qui seront invitées à changer leurs pratiques et à s'approprier de nouveaux outils de consultation, de validation ou d'échange d'information. L'impact sur la vie d'une collectivité est énorme. Parce que pour que chacune adhère, il faut la convaincre qu'elle a un intérêt à tirer de cette mutation. Le fameux rapport gagnant/gagnant est encore sollicité et sans le



L'ESSENTIEL

- Le BIM peut faciliter le fonctionnement d'une collectivité.
- Il est un excellent sujet pour un projet de service.
- Cet outil doit redonner de la vision aux décideurs et aux usagers sur les projets.

nommer (il a tellement été galvaudé qu'il est désormais peu crédible !), il faut expliquer tous les intérêts à tirer du projet, autant pour la collectivité que pour chacun des acteurs.

Poste informatique

Selon le niveau de structuration d'une collectivité, il existe ou pas des données techniques numérisées. L'emploi des outils de CAO habituels s'est vulgarisé sans tout à fait se généraliser, mais les collectivités peu équipées en informatique connaissent au moins ces outils à défaut de les utiliser. Pour les autres, leur emploi a constitué au fil des années une base de données qu'il est possible d'utiliser pour créer des maquettes 3D. Cela représente un gain de temps important même s'il ne peut être fait l'économie de vérifications sur le terrain. Côté matériel, les postes informatiques nécessaires aux travaux de dessin devront être très puissants (au moins 8 Go de RAM, processeurs rapides type intel core i7, carte graphique adaptée, un ou deux écrans d'au moins 29 pouces, disques

durs rapides de 4 To), qu'il s'agisse de saisie nouvelle ou de modification de données existantes. Le prix courant de tels postes se situe entre 2 000 et 4 000 euros. La saisie sur le terrain constitue une part importante de l'investissement en temps. Celle-ci peut être considérablement réduite par l'emploi d'outils adaptés tels qu'une tablette et une application dédiée qui favorisera à partir de simples prises de vue photographiques la collecte des dimensions des structures à saisir.

Dans les services administratifs, les postes existants utilisés pour la bureautique devraient suffire puisque ces services n'auront qu'un accès en consultation sur le BIM. Ils seront simplement complétés d'une application de lecture (viewer) faisant partie de la solution logicielle choisie.

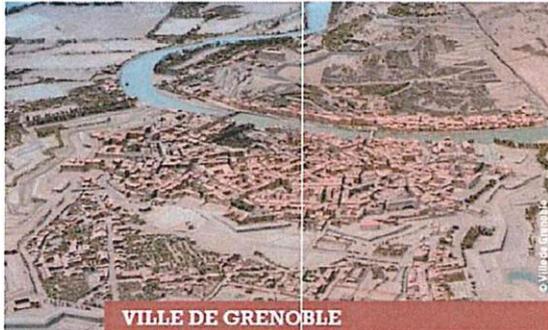
L'offre de produits informatiques dédiés au BIM est assez généreuse. La plupart sont payantes mais il en existe aussi des gratuites. Elles sont souvent un moyen de proposer des services. Ces éditeurs doublent en effet leurs services de conception/développement informatique de services de prestations capables de réaliser tout ou partie du montage de la base de données. Cette solution n'est d'ailleurs pas à écarter vu l'ampleur de la tâche.

Tous les services concernés

Puisque le BIM concerne l'ensemble du patrimoine immobilier de la collectivité, l'ensemble des services doit s'y intéresser, ne serait-ce que pour les locaux dont il dispose. Ce sera le cas

ÉMERGENCE D'UN NOUVEAU MÉTIER : LE BIM-MANAGER

Dans une collectivité ou dans le cadre d'un projet important, la démarche BIM nécessite une coordination. La personne qui en sera chargée devra avoir une parfaite connaissance du BIM mais aussi des techniques de construction et du fonctionnement des collectivités. Les entreprises et bureaux d'études se dotent désormais de nouveaux acteurs, les BIM-managers qui sont en charge de la gestion des logiciels BIM et sont garants dans la structure du standard BIM et de son interopérabilité avec les logiciels utilisés. À la fois personne ressource et animateur, ils assurent une veille sur l'évolution du BIM et sur la formation des personnels. Ils sont aussi le gestionnaire financier du BIM dans la structure. De leur capacité à mobiliser les équipes autour du BIM dépendra le succès de la démarche.



VILLE DE GRENOBLE

18 000 BÂTIMENTS RÉFÉRENCÉS

Une splendide maquette numérique vient d'être rendue publique par le service de géomatique de Grenoble (Isère). Deux chiffres impressionnants sont à retenir : elle couvre 19 km² et 18 000 bâtiments en répondant à un référentiel de données 3D très précis (5 à 20 cm). Elle est géoréférencée RGF 93-CC45 et peut donc servir de base à de nombreux travaux d'infographie sur l'ensoleillement ou la propagation des ondes. Le fait qu'elles soient proposées très prochainement en téléchargement libre (standard CityGML) sur le futur portail open data de la ville permettra à tous les concepteurs de l'utiliser et de contribuer à sa mise à jour au moment de l'instruction du permis de construire.



QU'EST-CE QUE C'EST ?

CAO : conception assistée par ordinateur. Expression graphique surtout en 2D des projets.

Open data : en français « ouverture des données ». Action de mettre des données à la libre disposition du public.

Standard CityGML : seul standard d'échange (fichiers GML) de données 3D internationalement reconnu.

par exemple de la plupart des services administratifs mais certains pourront y trouver un certain intérêt comme les services des finances, habitués à travailler avec les services techniques, « grands dépensiers » de la collectivité. Ceux-ci auront ainsi un regard plus éclairé sur la nature des dépenses engagées dans le cadre des marchés publics. En outre, s'agissant de la valorisation de l'inventaire du patrimoine qui doit être réalisée chaque année pour être jointe au compte administratif, l'utilisation généralisée du BIM dans la collectivité pourrait permettre d'illustrer les chiffres et faciliter le dialogue entre les services.

À la fois techniques et administratifs, les services urbanisme seront certainement preneurs de ces outils qui leur donneront de nouvelles possibilités de consultation graphique des projets, tant avec leurs collègues des services bâtiments qu'avec les maîtres d'ouvrage externes, publics et privés, dont ils auront à instruire les dossiers de demande. De nouveaux outils dédiés à leur travail d'instruction sont en cours de développement et devraient à court terme leur faire gagner du temps tout en leur facilitant la compréhension des projets.

Enfin, et non des moindres concernés, les services techniques devront revoir le rôle de chacun en fonction du BIM.

Représentation 3D

Les études seront produites en 3D et présentées ainsi aux élus, services, associations ou administrés qui pourront mieux réagir puisque mieux informés. La conduite des travaux à partir de telles études imposera une implication de toutes les entreprises qui devront elles aussi se former à l'utilisation du BIM. Elles devront être à même de prendre connaissance des études produites par le maître d'ouvrage, de les renseigner en ce qui concerne leurs prestations, tant au niveau graphique qu'au niveau données. La coordination sera ainsi facilitée par une vision beaucoup plus précise de l'ordre des interventions des différents prestataires.

Les réunions de chantier pourront s'appuyer sur des documents graphiques plus proches de la réalité et parfaitement référencés. La façon de visiter le chantier changera peu, encore qu'elle pourra être facilitée par l'utilisation de tablettes dédiées BIM en lieu et place des lourds et encombrants dossiers de projets. La détermination de l'avancement, la coordination, le relevé des questions techniques et leurs réponses passeront par le BIM.

En fin de chantier, la production du dossier des ouvrages exécutés (DOE) gagnera en précision puisque ce document aura été élaboré en commun au fil du chantier. Il devra juste être validé après réception et prise en compte des levées de réserve. Le dossier des interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO) sera lui aussi réalisé à partir de cette représentation 3D et la description des futures interventions y gagnera aussi en précision. Après réception, l'exploitation et la gestion du nouveau bâtiment (ou du bâtiment rénové) utiliseront également les données du BIM.

Lancement de la démarche

Se lancer dans une démarche BIM est un projet de service qui nécessite de la méthode pour être bien mené. Il concerne tous les personnels de la collectivité, fonctionnaires et élus. Le directeur de projet idéal pour poser la dimension de la démarche est le chef de la collectivité, maire ou président, mais il peut à la rigueur déléguer à un autre élu à forte représentativité.

La première phase du projet consistera à expliquer très largement la démarche auprès des services en associant chaque fois les élus et l'encadrement. Au terme de cette phase, l'ensemble des acteurs devrait savoir ce qu'est le BIM, comment il va être mis en œuvre dans la collectivité, ce qu'il va apporter globalement et quel sera son impact sur le fonctionnement de chacun.

Une seconde phase sera consacrée à la réflexion collective à mener sur la future organisation des services. Il est important que ce travail implique tous les acteurs afin qu'ils s'approprient le projet. Ces travaux intégreront l'élaboration d'un calendrier de mise en œuvre.

La phase suivante s'inscrira déjà dans la réalisation du projet. Elle sera consacrée à la formation aux nouveaux outils informatiques, le préalable étant que le choix de ceux-ci ait été réalisé. La durée de la mise en œuvre est propre à chaque collectivité. La taille de celle-ci, son degré d'informatisation initiale, la fiabilité des données numériques existantes influent sur cette durée et peuvent faire gagner du temps. Mais le principal élément moteur d'une telle démarche reste la force de conviction attachée à la démarche BIM en tant que vecteur de modernisation. On peut comprendre le positionnement de chacun face à ce défi, entre la crainte et l'enthousiasme, l'incorruptible est bien le charisme des dirigeants porteurs du projet. ●

POUR EN SAVOIR +

- Site d'information sur le BIM : <http://objectif-bim.com/index.php>
- Document sur le BIM et le format IFC : www.laurenti.cc/m/publis/bimsbook.pdf
- Site du service SIG du Havre : <http://sigu3d.lehavre.fr/index.html>

DOCUMENT 6



Le projet de l'ENS Cachan récompensé d'un BIM d'Or en 2015.

© ENS Cachan

L'Établissement public d'aménagement Paris-Saclay a signé avec le Secrétaire d'État à la Cohésion des Territoires, Julien Denormandie, la charte « Objectif BIM 2022 » qui vise à généraliser l'usage de la technologie BIM pour la construction de bâtiments et d'infrastructures urbaines.

En signant la Charte BIM 2022, l'EPA Paris-Saclay, qui impulse et coordonne le développement du pôle scientifique et technologique du plateau de Saclay, s'engage à déployer une démarche BIM à l'ensemble de ses projets d'ici à 2022. Cette volonté passera par la généralisation d'une conception BIM dans la rédaction de ses marchés publics à partir de 2020, avec la présence d'une plateforme collaborative et d'une charte BIM dans chaque projet. En parallèle, et d'ici à 2022, l'EPA entend accroître significativement la part de projets ayant recours au BIM sur toutes les phases (conception/construction, neuf et rénovation) et sur l'exploitation. Ces deux grands axes s'accompagnent d'une volonté de communication de retours d'expériences et d'une implication dans les travaux d'ADN Construction (Association pour le développement du numérique dans la construction). Par ailleurs, L'EPA entend mettre à profit, en collaboration avec le CSTB, la récente plateforme collaborative [Kroqi](#), lancée fin mars, en particulier en participant à la définition des services associés. Des travaux de rédaction des documents types BIM sont également prévus, notamment des chartes et des conventions types, initiées avec l'ensemble des acteurs dans le cadre du plan Transition numérique.

L'EPA a déjà été distingué du BIM d'Or 2015 pour le projet de l'École Normale Supérieure de Paris-Saclay de 64 000 m² SP (livraison en 2019), ainsi que pour le projet du Learning Center de l'Université Paris-Saclay, de 10 000 m² SP, qui regroupera les fonctions de lieu de travail collaboratif, de centre de documentation et de médiation scientifique (livraison prévue en 2020)

Les cahiers techniques du Bâtiment, Publié le 13/04/2018

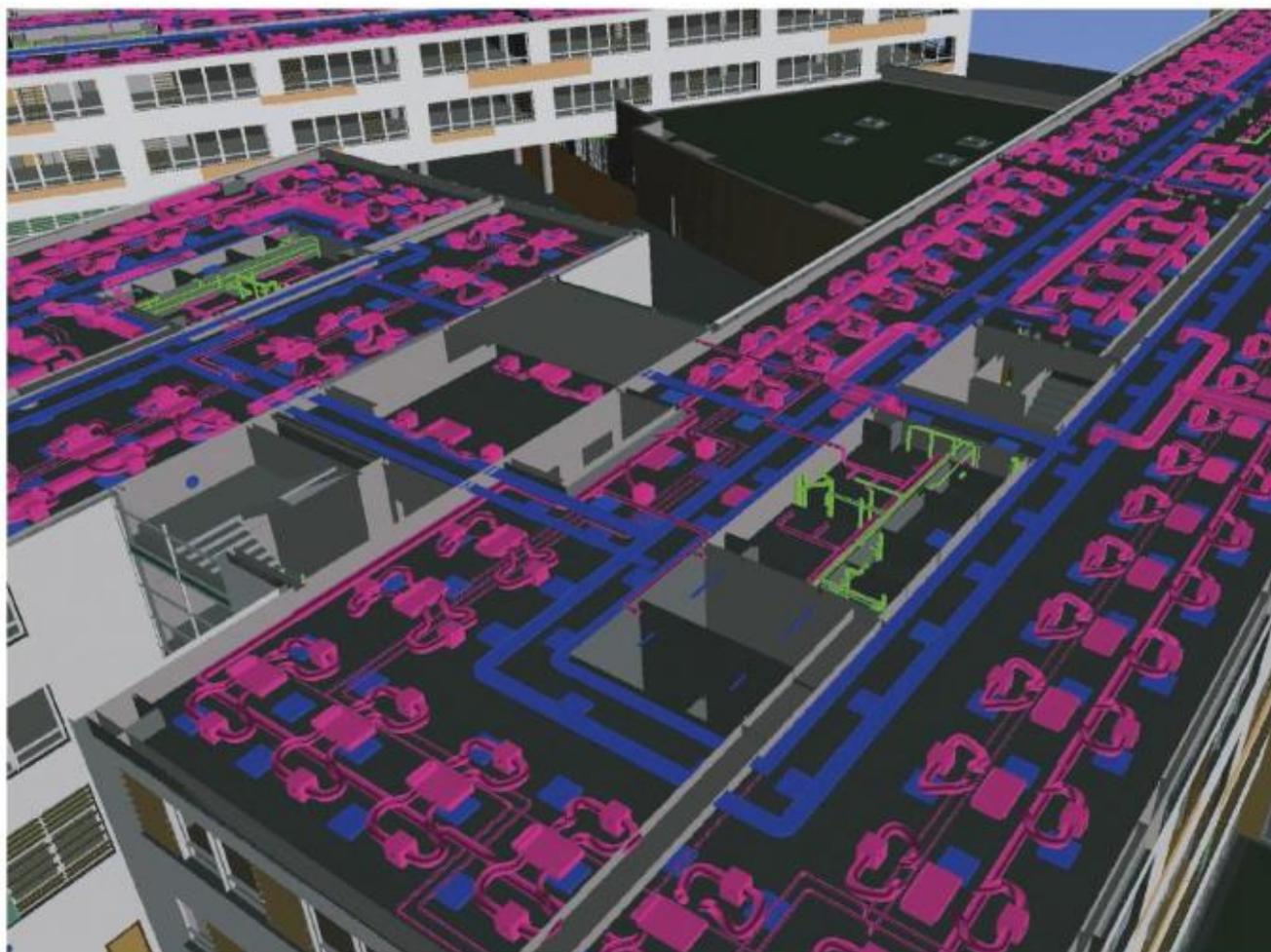
Architecture & technique

Numérique

Le BIM, un atout pour la gestion de patrimoine

Le BIM en exploitation a de nombreux avantages, à condition de veiller aux mises à jour.

« Certes, le scénario de la réalité augmentée pour visualiser des gaines dissimulées par des dalles de faux plafond est sublime, mais nous n'en sommes pas encore là », indique Tony Gomes, P-DG d'Active3D, société spécialisée dans l'édition de logiciels pour l'exploitation des bâtiments. Pour autant, la numérisation d'un patrimoine - en général de plusieurs millions de mètres carrés -, associée à une gestion de la base de données, permet déjà de réaliser des économies. Un exemple concret : un groupe agroalimentaire (dont le nom reste confidentiel) cherche à connaître au mètre près, et sur l'ensemble de son parc, la position des extincteurs, des détecteurs de fumée et des sprinklers. « Transmettre ces données à son assureur va réduire de 10 % le montant de son contrat », affirme Tony Gomes. L'intérêt du BIM (bâtiment et informations modélisés) en exploitation est également indéniable pour Christophe Moreau, directeur du projet de modernisation des métiers chez Bouygues Construction : « Aujourd'hui, un exploitant qui arrive sur un site doit dresser l'état des lieux et lister tous les équipements techniques. Avec une maquette nu-



Cette représentation d'un niveau met en évidence les réseaux de CVC (en rose), d'électricité (en bleu) et de plomberie (en vert).

mérique, il disposerait en quelques clics d'informations plus précises. » A condition, en neuf, que la maquette numérique du bâtiment ait été conçue en vue de son exploitation dès le départ. Cela n'a pas pu être le cas pour le bâtiment occupé par Thales (voir ci-dessous) où l'adaptation *a posteriori* nécessite un budget complémentaire.

Accessible aux petites structures. Utiliser le BIM pour l'exploitation est d'autant plus complexe que l'IFC (voir glossaire ci-contre) ne normalise pas encore les données liées au fonctionnement des bâtiments. Afin de combler cette lacune, Active3D a lancé la «Charte BIM 6D» afin qu'architectes, bureaux d'études et maîtres d'ouvrage disposent des moyens pour générer une maquette numérique directement utilisable en exploitation. L'éditeur de logiciels souhaite également que ce document serve de base de travail dans les réunions de *Building Smart International*, l'association qui régit les IFC. En attendant le résultat de ces travaux, plusieurs entreprises cherchent à rendre l'exploitation des bâtiments en BIM accessible aux petites structures. C'est le cas en particulier de B2BIM qui va lan-

cer un service de numérisation du bâtiment, puis de gestion et de mise à jour de la maquette numérique. La société Coméode va également créer une entité dédiée à la gestion de parc immobilier en BIM. Un nouveau service est donc en train d'émerger, afin de créer et surtout de maintenir à jour les données de la maquette numérique. ● Julie Nicolas

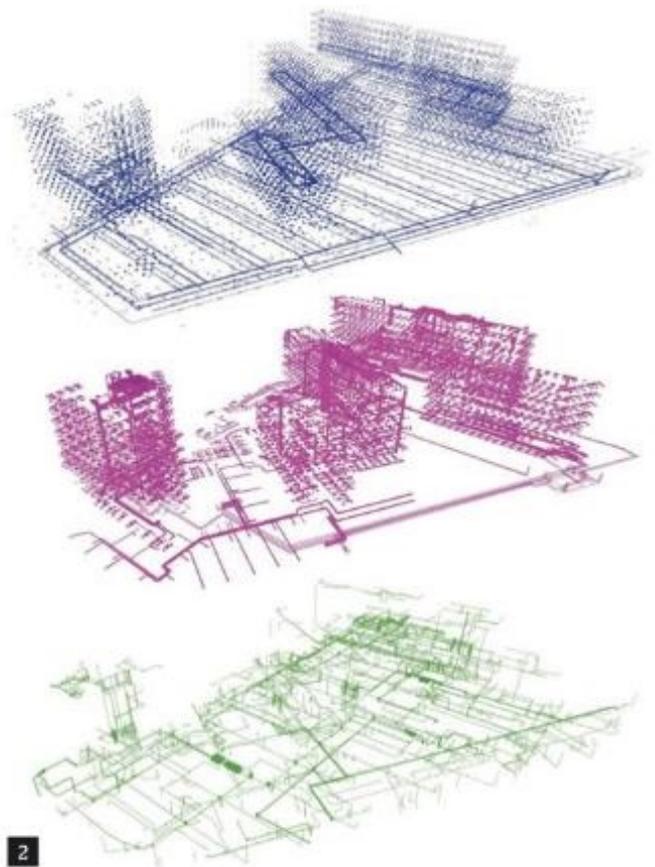
Mots-clés du BIM

- **Maquette numérique**: représentation en 3D de l'ensemble des informations qui permettent de concevoir et de construire un ouvrage, mais aussi d'en simuler les comportements.
- **BIM (Building Information Modeling)**: processus par lequel ces informations sont gérées tout au long de la vie de l'ouvrage. La traduction française officielle est « bâtiment et informations modélisés ».
- **IFC (Industry Foundation Classes)**: il s'agit d'un format d'échange de fichiers standardisé, utilisé pour échanger et partager des informations entre logiciels.



Tertiaire De la construction à l'exploitation

Conçue d'abord comme une aide à la construction de l'ensemble tertiaire occupé par Thales à Vélizy-Villacoublay (Yvelines), la maquette numérique a été adaptée à l'exploitation. « Notre objectif est de définir un standard d'exploitation en BIM pour nos futurs sites », indique Thierry Berthomieu, directeur du programme Copernic de Thales, qui vise à définir toutes les prestations de *Facility Management* du groupe en Europe. Côté technique, de nombreuses données ont été ajoutées. La maquette initiale définissait un étage type. « Il a fallu ajouter des fiches produits sur les équipements techniques et, pour chaque étage, les informations relatives aux cloisons, aux groupes de ventilation, etc. », précise David Ernest, directeur de l'innovation chez Vinci Facilities. Des liaisons fonctionnelles mettent en évidence les réseaux afin de savoir, par exemple, de quelle centrale de traitement d'air dépendent des bouches de soufflage. Enfin, une interface spécifique a été créée pour l'exploitation. Le coût de l'adaptation s'élève aujourd'hui à 100 000 euros HT.



1 - Le zoom sur la gaine de ventilation fait apparaître, à droite, ses caractéristiques; et, à gauche, les propriétés de la centrale de traitement d'air à laquelle elle est reliée. 2 - La maquette numérique des bâtiments occupés par Thales a été complétée avec les réseaux (de haut en bas) d'électricité, de ventilation et de plomberie.

L'AVENIR NUMÉRIQUE DU BÂTIMENT

Un contexte urbain rapprochant l'I.T et le Bâtiment.

En 2050, 6,4 milliards d'humains sur Terre vivront en ville, soit 70% de la population mondiale. La planète comptera près de 400 villes de plus de 5 millions d'habitants.

L'ADEME identifie que les bâtiments sont en effet les plus gros consommateurs d'énergie en France. Le résidentiel tertiaire représente 44% de la consommation d'énergie et est le second secteur émetteur de CO₂, devant les transports (32%) et l'industrie (21%). 40% des coûts sur le cycle de vie d'un bâtiment sont liés à la consommation énergétique.

De quoi parle-t-on ?

Ces dernières années, le Building Information Management se développe et vient impacter l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur du bâtiment, de l'architecte au propriétaire en passant par l'assureur et le constructeur.

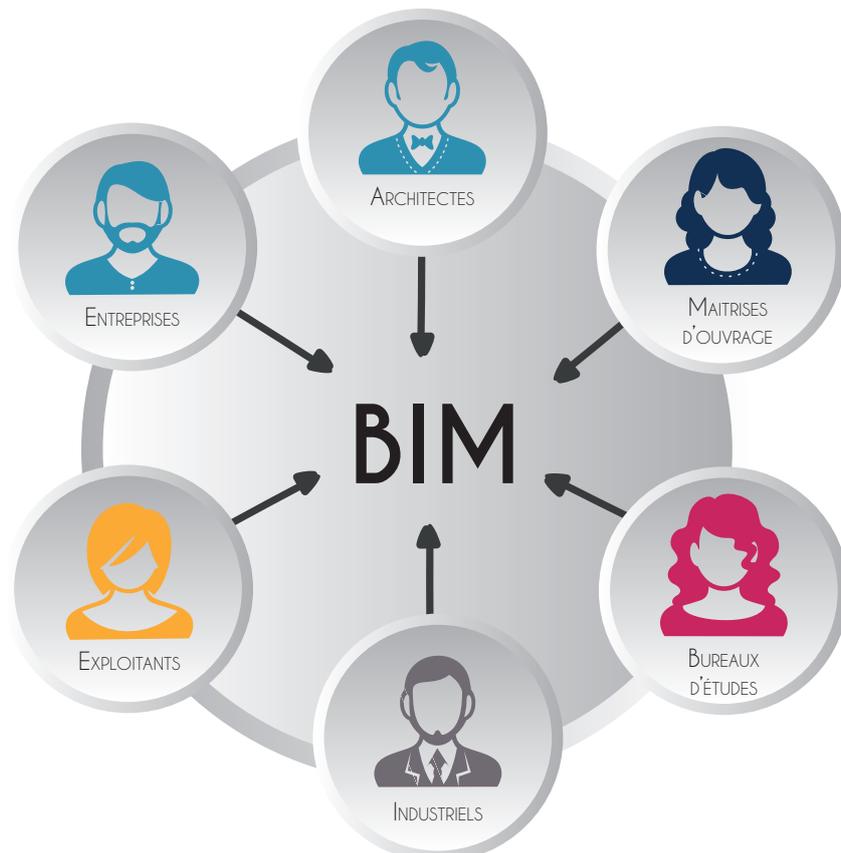
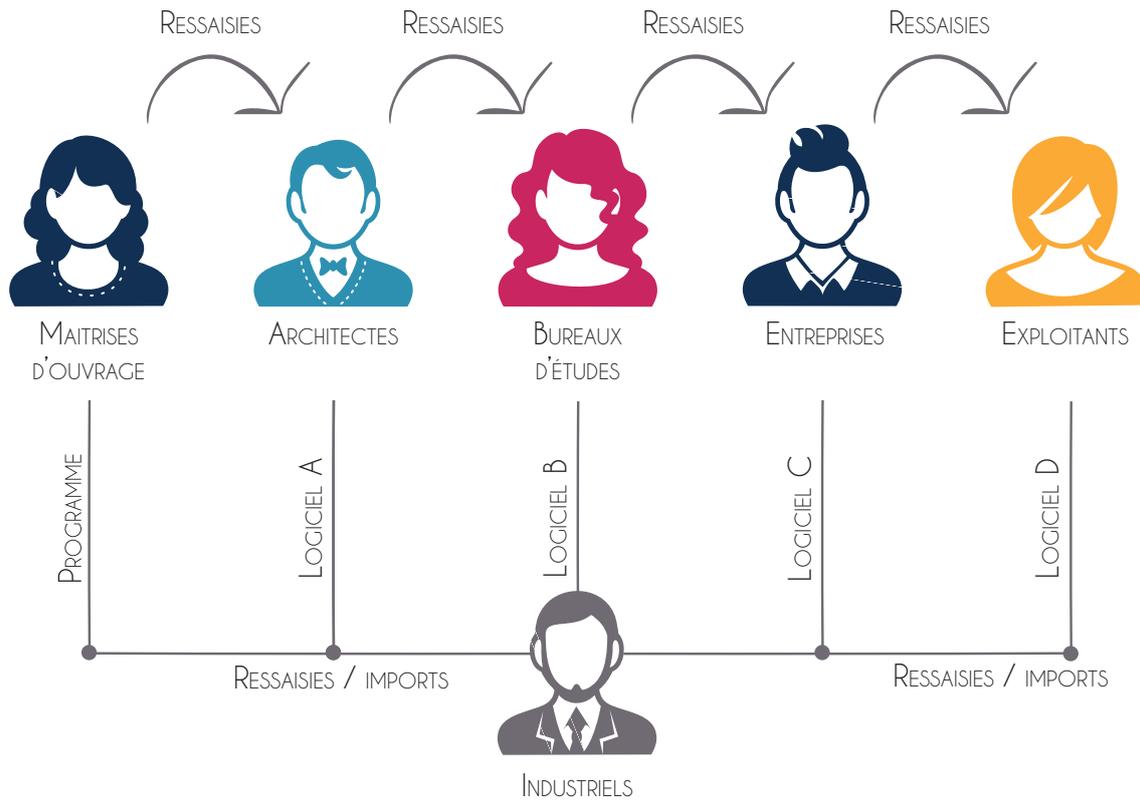
Le BIM n'a pas, aujourd'hui, une seule définition. Entre le « building information model », le « building information modeling », le « building information management » les acteurs français préfèrent employer l'expression « Bâtiment et Informations Modélisées » ou « maquette numérique » pour parler d'une base de données standardisée, unique et partagée par l'ensemble des acteurs, contenant toutes les informations techniques du bâtiment, depuis la conception jusqu'à l'exploitation et la maintenance et permettant de modéliser en 3D (ou plus, en ajoutant les dimensions de temps, d'évolution des coûts, d'évolution selon les conditions extérieures...) le bâtiment, chacune de ses pièces et des matériaux le composant. Le premier objectif est donc de pouvoir disposer d'une maquette interactive permettant de simuler divers scénarios de comportement du bâtiment en fonction de tel ou tel paramètre, environnemental ou énergétique par exemple.

Quels intérêts pour le BIM aujourd'hui ?

Le BIM connaît ces dernières années un regain d'intérêt du fait qu'il permet :

- Une meilleure interopérabilité entre l'ensemble des acteurs. En effet, le manque d'interopérabilité dû aux rendus en version papier de chacun des acteurs impliqués entraîne un surcoût de 40€/m² par projet. Cette interopérabilité est facilitée par un format de fichier numérique commun à l'ensemble des acteurs, respectant la norme IFC (Industry Foundation Classes).
- Cette interopérabilité permet un gain de temps dans l'étude et la constitution d'un projet de construction.
- Grâce à l'ensemble des données le cycle de vie du bâtiment (PLM – Product Lifecycle Management) et sa maintenance prédictive sont facilités.

Le schéma ci-dessous permet de visualiser l'évolution qu'a permise le BIM dans les modes de travail. Il montre bien l'interopérabilité entre les acteurs grâce à une plateforme unique :



Cependant la maquette numérique n'est pas tant une révolution. Le concept existe depuis une vingtaine d'années, sans pour autant avoir réellement connue une vraie envolée. Cela peut s'expliquer de différentes façons :

- par une pression grandissante des donneurs d'ordres pour la maîtrise des délais, des coûts et de la qualité ;
- par des contraintes techniques (stockage des données et rapidité de transmission notamment) jusqu'ici non maîtrisées et que l'évolution des infrastructures informatiques permet désormais ;
- par une législation qui jusqu'ici n'obligeait pas les acteurs à y recourir.

Le digital apparaît donc aujourd'hui comme une des solutions facilitant la réponse aux enjeux futurs. C'est l'ensemble du secteur du bâtiment qui va devoir s'ouvrir aux objets connectés ou encore au cloud.

BIM et réalité augmentée

Une des technologies de plus en plus développée dans le secteur est la réalité augmentée.

Le cycle classique de l'innovation fonctionne par un transfert de technologie du milieu professionnel vers le milieu grand public. La réalité augmentée suit, elle, un processus inverse.



© DAQRI - Casque de chantier équipé de la technologie de réalité augmentée

Appliquée au secteur du BTP, cette technologie permet l'affichage d'informations virtualisées en superposition à l'environnement réel, au travers d'un écran. Elle permet donc de figurer le projet dans son environnement, tel qu'il sera une fois achevé, dans son contexte. A titre d'exemple, la start-up Daqri, installée à Los Angeles a développé en septembre 2014 un casque de protection sur lequel une visière peut être abaissée pour permettre de visualiser le chantier en réalité augmentée. Ce dernier est équipé de plusieurs capteurs, d'un processeur Qualcomm, d'un système d'exploitation Android et peut recevoir des informations d'une montre connectée.

C'est également le cas du groupe Colas, filiale de Bouygues, qui a développé le casque « Oscar » pour ses équipes de maintenance ferroviaire. Outre le fait d'éclairer à 5 mètres pour les interventions nocturnes, il est capable de détecter les réseaux électriques haut voltage à proximité afin de prévenir tout risque d'électrocution ou encore de permettre aux équipiers de communiquer entre eux jusqu'à 250 mètres de distance par un système de reconnaissance vocale. Il devrait prochainement être amélioré en intégrant une visière de réalité augmentée développée par la société californienne Atheer Labs.

Pour la responsable Environnement Virtuels Enrichis du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), l'intérêt des personnes intervenant sur les chantiers passera également par d'autres supports. « *Il faut viser les smartphones et les tablettes, qu'ils utilisent déjà, pour qu'ils s'approprient la technologie de réalité virtuelle* ». Cette technologie opérera d'ailleurs une convergence avec le BIM : « *Il faudra faire le lien avec des applications de type Product Lifecycle Management* ». Sur les chantiers, outre la visualisation de l'information, il peut être nécessaire de faire circuler l'information « terrain » en faisant remonter les problèmes constatés aux autres acteurs, dans une approche collaborative. « *Il ne faut pas que la technologie se borne à de la visualisation, ce serait trop limité* », estime-t-elle.

Le facteur de développement du BIM en France : la législation

Le BIM connaît aujourd'hui un regain d'intérêt comme mentionné plus haut, notamment du fait d'une contrainte législative à venir.

Le BIM au niveau européen

La directive Européenne « marchés publics » votée le 15 janvier 2014, encourage les pays de l'UE à l'utilisation du BIM dans leur projet de construction. Celle-ci prévoit que les 28 États membres de l'UE pourront tous encourager, spécifier ou rendre obligatoire d'ici à 2017 l'utilisation de la modélisation des données du bâtiment pour les projets de construction et de bâtiments financés par des fonds publics. Le Royaume-Uni, les Pays-Bas, le Danemark, la Finlande et la Norvège imposent d'ores et déjà cette condition aux marchés publics dans le bâtiment.

La législation BIM en France

La France, plus grand marché de construction d'Europe, va donc très prochainement se mettre à leur niveau : les nouveaux bâtiments publics de plus de 2000 m² devront tous faire l'objet d'une gestion par le BIM à partir de cette date. Plus précisément, ce sont dans un premier temps les bâtiments d'Etats puis dans un second temps, ceux des collectivités territoriales qui seront concernés

En janvier 2015, la ministre du logement Sylvia Pinel a lancé le Plan de Transition Numérique du Bâtiment doté de 20 millions d'euros pour accompagner les acteurs du bâtiment dans leur transition numérique. Pour piloter ce projet elle a nommée comme pilote M. Bertrand Delcambre, qui a publié en décembre 2014 un rapport sur les mesures à prendre pour aider le secteur du bâtiment à généraliser l'usage du numérique. Les acteurs prennent déjà les devants en introduisant dès maintenant l'exigence BIM dans leurs appels d'offres.

La reconstruction de l'hôpital d'Ajaccio a été le 1er marché public 100% BIM lancé en 2013. Le maître d'ouvrage avait exigé dans le règlement de consultation et dans le cahier des charges le BIM pour chaque phase du projet. Les candidats à cet appel d'offre ont donc dû expliquer comment ils comptaient s'organiser : quel était leur responsable BIM, quels étaient les formats de livraison (fichiers natifs ou fichiers au format international IFC) et également sur leur façon d'utiliser la maquette numérique. Ce marché, de 36 000 m² et plus de 135 millions d'euros d'investissement, a été remporté par le cabinet d'architectes AART Farah en collaboration avec la société MBA Ingénierie en charge du BIM management du projet. Ces derniers avaient alors utilisés la suite logicielle « Revit » de l'éditeur spécialisé Autodesk .

Plus récemment, en juin 2014, c'est le marché de la rocade L2 de Marseille, remporté par Bouygues TP et Egis, qui est géré grâce au BIM, dans le cadre d'un partenariat public-privé. « *Le premier enjeu sur ce projet a été d'établir un lien de confiance entre les équipes sur l'avancement du projet et face à leurs préoccupations réciproques. Nous avons donc créé un espace de partage en temps réel des données en cours de conception, véritable système d'information sur la progression de la conception du projet* », indiquent Christophe Castaing, directeur du projet BIM chez Egis, et Pierre Benning, directeur informatique chez Bouygues Travaux Publics en charge de l'implémentation du BIM sur le projet.

<https://www.lemoniteur.fr/article/toulouse-fait-le-pari-du-bim-et-de-l-esprit-d-equipe.2005964>

Toulouse fait le pari du BIM et de l'esprit d'équipe

Pascal Nguyen | le 23/11/2018 | Architecture, BIM, Concours

Depuis deux ans, tous les concours d'architecture de la Ville intègrent une démarche collaborative.

Quatrième ville de France, Toulouse est évidemment un maître d'ouvrage clé avec un budget annuel de quelque 80 M€ consacré à la construction publique. Elle est aussi l'un des principaux moteurs du *building information modeling (BIM)* dans la région. Il y a deux ans, la Ville et sa métropole se sont lancés dans la démarche. Olivier Batlle, directeur adjoint de l'architecture à la mairie, raconte : « Depuis dix ans, les projets en BIM étaient seulement le fait de quelques entreprises motivées. Il nous fallait un déclic pour généraliser cette méthode de travail. Vu notre position et notre budget, nous pouvions jouer ce rôle de catalyseur. »

Cette mutation vers le BIM, Toulouse l'a également enclenchée au sein de son service interne de maîtrise d'œuvre. « Notre équipe comprend des architectes et des conducteurs de travaux dont certains maîtrisaient déjà le logiciel Revit, car ils l'utilisaient depuis plusieurs années pour modéliser les projets conduits par le service municipal, poursuit-il. En 2016, nous avons formalisé notre démarche avec ces experts internes. » En parallèle, la mairie a fait appel à un BIM manager externe pour l'aider à structurer les procédures.

Un premier essai concluant. Il a fallu, pour commencer, élaborer le cahier des charges du premier concours d'architecture intégrant le BIM. Il s'agissait de démolir, puis de reconstruire, le groupe scolaire du quartier du Grand Selve, un établissement de 4 500 m² d'une capacité de 18 classes, maternelles et primaires. L'essai s'est avéré concluant : plus de 80 équipes d'architectes et d'ingénieurs ont candidaté. Commander en BIM n'est *a priori* pas compliqué pour la maîtrise d'ouvrage.

La mairie a accompagné la montée en compétences des entreprises du bâtiment.

Il faut cependant veiller au niveau de détail souhaité et être vigilant sur l'usage qui sera fait des données pendant la vie du bâtiment.

Pour le groupe scolaire GermaineTillion, deuxième projet lancé en BIM, les niveaux de détail (*level of de-tail* , ou LOD) demandés dans le dossier de consultation des entreprises (DCE) variaient selon les lots : LOD 400 pour la structure, les fondations, les murs, le toit, l'escalier et l'ascenseur, et LOD 300 pour les autres, en particulier les équipements techniques. Tous les concours d'architecture de la Ville et de la métropole en 2017 et 2018, soit une douzaine de projets, ont intégré le BIM. Pierre Bonnard, architecte DPLG de l'agence toulousaine IDP chargée de l'ensemble Germaine-Tillion, se réjouit : « Nous travaillons dans tout le Sud-Ouest et à Paris, et je n'ai pas vu ailleurs qu'à Toulouse une maîtrise d'ouvrage aussi ambitieuse sur le sujet. »

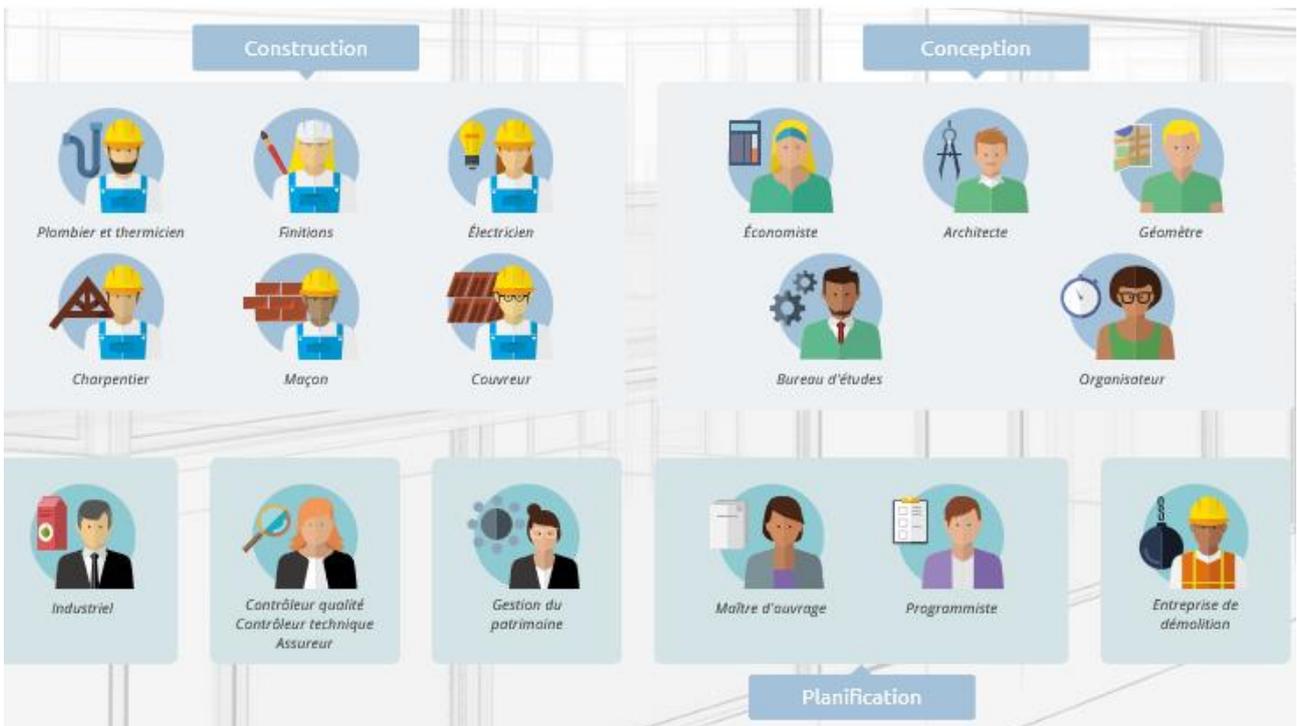
Trois mois pour la synthèse au lieu d'un seul. L'ambition était que les entreprises de construction s'approprient aussi la démarche. Fin 2017, la mairie s'est rapprochée de la Fédération française du bâtiment de Haute-Garonne (FFB 31). L'objectif : dresser un état des lieux de la maturité en BIM des entreprises, puis participer à leur montée en compétences. Si l'expérience des entreprises était limitée, les professionnels se sont montrés intéressés. Leur recrutement sur des projets en BIM s'est donc fondé sur leur motivation. Et pour leur permettre de progresser, les appels comportaient un temps de synthèse plus long, porté à trois mois au lieu d'un seul en général. Aujourd'hui, la Ville poursuit sur sa lancée en recrutant une BIM manager qui suit le master spécialisé de l'Ecole nationale des ponts et chaussées. Pas de doute, Toulouse a définitivement basculé dans le BIM.

<http://www.toutsurlebim2.fr/le-bim-collaboratif>



Les acteurs du BIM collaboratif

Le BIM implique différents niveaux d'utilisation. Si le BIM de niveau 1 consiste à utiliser cet outil en interne, le BIM 2 implique un process collaboratif. En clair, il s'agit d'échanger en BIM avec les autres intervenant du projet, de la maîtrise d'ouvrage au gestionnaire de patrimoine, en passant par la maîtrise d'oeuvre.



Les entreprises de construction acteurs clés du projet BIM

Le BIM est comme un puzzle qui prend forme tout au long du cycle de vie du bâtiment : de sa programmation à son exploitation-maintenance. Son utilisation permet de fluidifier les échanges entre les divers corps de métier et d'optimiser l'organisation des projets qu'il s'agisse de construction, de rénovation ou de démolition.



Échanger en BIM, quels avantages pour les entreprises de construction ?

Les entreprises de
construction...

échantent
en BIM avec...

et peuvent ainsi...



Maîtrise
d'œuvre



Industriel



Contrôleur
technique



Maître
d'ouvrage



Gestionnaire
de patrimoine

- ✓ Simuler la construction
- ✓ Réaliser des calculs
- ✓ Détecter les clashes
- ✓ Créer des variantes de mise en œuvre
- ✓ Rédiger un devis précis
- ✓ Optimiser l'organisation du chantier

- ✓ Connaître avec précision les composants des produits
- ✓ Anticiper les délais de disponibilité des produits

- ✓ Faciliter la phase de contrôle du chantier

- ✓ Transmettre un DOE numérique

- ✓ Programmer la maintenance
- ✓ Simuler les phases de rénovation
- ✓ Organiser la mise en œuvre du chantier de rénovation
- ✓ Prévoir les étapes de déconstruction

Échanger entre entreprises permet de :

- ✓ Mettre en place une logistique d'approvisionnement
- ✓ Organiser les étapes de mise en œuvre du chantier



Devis plus
PRÉCIS



Gain de
TEMPS



Gain de
QUALITÉ

En chiffres : Le BIM, le numérique et le bâtiment

+2 %

Augmentation potentielle de la marge pour une entreprise qui réussit sa mutation numérique*

-20 %

Risque de réduction du résultat opérationnel pour une entreprise qui ne parviendrait pas à s'adapter au numérique**

7 %

des maîtres d'ouvrage demandent une maquette numérique 3D enrichie ***

78 %

des professionnels du bâtiment estiment ne pas avoir une connaissance suffisante du BIM***

45 %

des professionnels du bâtiment estiment avoir besoin de se former au BIM à court terme***

Les étapes clés pour adopter le BIM



S'informer pour bien comprendre ce qu'est le BIM et le potentiel que représente la transformation digitale de vos pratiques professionnelles.



Déterminer comment le BIM peut être un atout pour votre entreprise, de quelle manière il peut vous permettre de mieux travailler dans votre activité. Le BIM reste un moyen et non une fin en soi.



Impliquer et former vos collaborateurs à la démarche BIM (méthodologie, process, outils). Chaque professionnel – compétent dans son domaine – trouvera dans le BIM une opportunité de mieux exercer son métier.



S'équiper car le BIM est tout de même une technologie : de viewers pour visualiser une maquette BIM voire de logiciels selon vos activités.



Expérimenter le BIM dans l'entreprise afin de trouver la bonne organisation en interne, d'optimiser la coordination entre collègues mais aussi de mieux discerner l'impact sur les chantiers.



Tester avec des professionnels partenaires pour monter ensemble en compétences. Le BIM vous donne l'occasion de voir quelles missions vous pouvez mener et comment travailler avec les autres intervenants d'un projet.



Pratiquer les échanges dans des formats interopérables. Afin de vous permettre d'échanger avec d'autres professionnels qui n'ont pas les mêmes logiciels que vous, vous pourrez recourir à des formats d'échanges de données normalisés (IFC, BCF...).