

Faut-il avoir peur du BIM ?

MICHEL SAGNIEZ, président de l'UNGE

Le BIM, tête de proue de la numérisation des professions du cadre de vie, et en particulier du géomètre-expert, est un vrai challenge.

Certes, ce « monstre numérique » tentaculaire, qui change la notion même d'immeuble – puisqu'il en fait un avatar manipulable, partageable, échangeable... –, peut susciter des craintes et des interrogations aux yeux de certains, car il bouleverse la façon de travailler, il change même notre métier à certains égards. Il faudra être de plus en plus en réseau, raisonner en mode collaboratif.

Pourtant, le BIM n'est finalement que l'aboutissement, la manifestation poussée à l'extrême d'une évolution que nous connaissons depuis plusieurs années : la numérisation. Elle a déjà beaucoup changé la donne ; la valeur ajoutée du géomètre-expert se déplace, de la mesure qui a tendance à se démocratiser jusqu'à se faire presque automatiquement, vers l'analyse et le conseil.

N'ayons pas peur de ce bouleversement. Car il est tout acquis à notre cause. Ce glissement du métier nous mène naturellement vers des prestations plus « stratégiques », où notre double compétence technique et juridique trouve sa pleine mesure.

Quant au BIM en lui-même, c'est une chance pour la profession : les acteurs du cadre de vie identifient le géomètre-expert, par ses compétences pour les relevés et l'analyse des mesures et son expertise réglementaire, comme étant au centre de cette révolution.



BIM

Clône dynamique de l'immeuble

Modélisation aux multiples dimensions

Le traitement numérique de la chaîne de la construction est en pleine évolution. Il y a bien longtemps que les géomètres-experts utilisent les technologies de pointe en matière, bien évidemment de dématérialisation, mais aussi de traitement des données en 3D. Même si l'utilisation du plan classique en 2D reste demandée par de nombreux acteurs de la chaîne de la construction, et pas forcément des moindres, l'évolution va vers la maquette numérique (le futur bâtiment entièrement modélisé en 3D), qui ne devient elle-même qu'un élément du BIM (*Building Information Modeling*), un concept qui ajoute au modèle 3D de base de nombreuses autres données (temporelles, financières, architecturales, matériaux...). Pour l'heure uniquement utilisé par les « majors » du BTP, ce concept de BIM devrait prendre de l'importance dans les années à venir. Les géomètres-experts en sont partie prenante sans difficulté, et s'impliquent fortement dans les réflexions en cours. Mais ils insistent sur la nécessité de la précision de la mesure intégrée dans ces différentes strates, précision sans laquelle l'utilisation de la 3D et même du BIM deviendrait problématique.

BIM ou « maquette numérique », nuages de points, 3D, 4D et même au-delà... Et plus généralement traitement numérique des relevés et de la mesure... Une nouvelle évolution est en marche pour les acteurs du cadre de vie.

MICHEL FANTIN

Une chaufferie collective à Athis-Mons; des immeubles de bureaux à Vélizy-Villacoublay; le projet « Active3D » de gestion technique de patrimoine en mode « open BIM » sur l'ensemble de la région Bourgogne; quarante et un logements à Pantin ou encore le futur centre aquatique de Saint-Nazaire (prévu pour 2017)... De nombreux projets de construction en version « BIM » voient déjà le jour en France!

Tous ces projets sont le fleuron des dernières technologies de conception et de suivi d'un bâtiment fondées sur la numérisation: le « *Building Information Modeling* », que certains traduisent en France par « bâtiments et informations modélisées ». En effet, le BIM est un ensemble de normes, de méthodes, d'outils et de moyens collaboratifs pour créer un avatar informatique de l'immeuble, une maquette numérique représentant non seulement toutes ses mesures et ses données de géopositionnement

permettant de le visualiser en 3D et de le « manipuler », mais rassemblant aussi ses nombreux « attributs »: planification, quantification, coûts, environnement, exploitation et même réglementation.

Avantages: gains de temps, de qualité... Et gains financiers. Avec au passage la nécessité de collaborer de façon plus active entre professions connexes... Ce qui n'est pas pour déplaire au géomètre-expert.

Démocratiser l'œuvre de grands groupes

Pour l'instant, ces projets en France sont essentiellement l'œuvre des trois géants de la construction (Bouygues, Eiffage et Vinci Construction) ou réalisés sous l'égide d'importants cabinets d'architecture. Ils ont le mérite d'installer le BIM dans l'Hexagone. Mais il reste à le démocratiser. Et les obstacles sont nombreux, que ce soit dans les technologies, la formation,



ou même la culture des différentes professions qui doivent apprendre à mieux travailler ensemble autour d'une notion de « fichier unique ».

Car, si le BIM est assez ancien dans le monde anglo-saxon (vingt ans), et vraiment répandu de façon concrète depuis dix ans dans les pays nordiques comme la Norvège, la Finlande ou la Suède, ce n'est qu'en 2006 qu'on a vu fleurir en France les premières initiatives autour du BIM, avec le « Projet Expert » (aujourd'hui terminé) et la notion de « maquette numérique » qui avaient pour but de créer une initiative forte, en particulier autour du CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment). Pourtant, sur le plan conceptuel,

de par sa présence très active dans des projets de recherche européens depuis une vingtaine d'années, la France a été un précurseur ; mais, sur le plan pratique, il y a un vrai retard derrière les pays nordiques, les Etats-Unis... Et même Singapour. La Grande-Bretagne, quant à elle, a prévu la commande publique à la norme BIM dès 2016...

Cécile Duflot, lorsqu'elle était ministre du Logement et de l'Égalité des territoires, a mis un coup d'accélérateur : elle a rendu le BIM obligatoire pour les marchés publics à partir de 2017... L'Europe n'est pas en reste : à compter de 2016, les commandes publiques devront toutes être au standard BIM.

Aujourd'hui, les groupes de travail, associations telles que Mediaconstruct⁽¹⁾, initiatives et incitations fleurissent, et la nomination d'un « Monsieur BIM » (lire notre entretien page 46) est un symbole fort de la volonté de l'État d'insuffler une dynamique afin que l'ensemble des professions concernées passent elles-mêmes au BIM : constructeurs bien sûr, mais aussi architectes, bureaux d'études, économistes... Et géomètres experts.

Pour tous, l'objectif est clair. Sylvia Pinel, fraîchement nommée ministre du Logement, déclarait le 25 septembre 2014, lors des récompenses du premier trophée BIM, « l'importance pour les profession- ➤

Selon l'étude McKinsey (lire page 38), la maquette numérique procure à tous les acteurs d'un chantier « une visibilité en temps réel sur le respect des coûts et des délais. Elle évite aussi d'avoir à saisir les mêmes informations à de multiples reprises, ce qui est source de surcoûts et d'erreurs ».

Construire et rénover mieux, plus vite et moins cher

Le BIM (*Building Information Modeling*) peut être décrit comme « un fichier numérique qui concentre l'ensemble de l'information technique et réglementaire de l'ouvrage ». Une façon révolutionnaire de décrire le bâtiment.

Le BIM contient chaque objet composant le bâtiment (murs, dalles, fenêtres, portes, ouvertures, escaliers, poteaux, poutres, équipements...) et ses caractéristiques. Les objets de la maquette sont localisés relativement à une arborescence spatiale (site-bâtiment-étage-espace). Il a été précédé en France par la « maquette numérique », déjà bien connue des géomètres-experts, et qui a évolué pour intégrer le BIM.

Pierre Mit, président de l'Untec (Union nationale des économistes de la construction), et très actif sur le sujet via l'association Mediaconstruct, chapitre français du BuildingSmart, résume le BIM comme un « avatar d'un bâtiment » au sens informatique. Techniquement, il s'agit d'un ensemble de normes, d'outils, de méthodologies et de plateformes collaboratives employé pour créer cet avatar. Le dialogue entre les outils et les interlocuteurs se fait à l'aide d'IFC (*Industry Foundation Classes*), un langage informatique à la norme ISO 16739 commun à l'ensemble des logiciels métiers concernés, un outil de structuration et d'échange de données techniques. De nombreuses relations entre les objets peuvent ainsi être décrites : jonction de murs, percement d'un mur par une ouverture, remplissage d'une ouverture par une fenêtre, etc. On parle de « maquette numérique » et non de « maquette virtuelle », car « la modélisation dépasse les caractéristiques purement géométriques en intégrant la notion d'objet ».

Concrètement, de la phase de l'idée à la maintenance et l'exploitation une fois le bâtiment réalisé, chaque professionnel va saisir, dans un fichier unique qu'il pourra partager, les données relatives à son intervention (par exemple, pour le géomètre-expert, des données issues de relevés 3D qu'il aura traitées avec des outils numériques) en allant puiser d'autres données si nécessaire dans des bibliothèques de produits elles-mêmes au format BIM (par exemple, l'économiste de la construction pourra planifier les travaux directement à partir de la maquette, et faire un chiffrage dynamique et de façon quasi-automatique).

Cette « maquette numérique » se construit au fur et à mesure du projet, ce qui permet de constater visuellement l'avancement et les modifications. Toute modification apportée est automatiquement répercutée sur l'ensemble, les nomenclatures, les coupes, les plans et les rendus. « Ce concept de



AGENCE COSTE ARCHITECTURES

Le futur centre aquatique de Saint-Nazaire, conçu à la norme BIM.

modélisation des données architecturales s'impose comme l'alter ego de système d'information technique en vigueur dans d'autres secteurs industriels (aéronautique, aérospatial) ». Et cela change beaucoup de choses ! « Le BIM doit permettre de construire et rénover mieux, plus vite et pour moins cher », explique Bertrand Delcambre, longtemps directeur général puis président du CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) avant d'être nommé récemment le « Monsieur BIM » en France par la ministre Sylvia Pinel. Le CSTB avait, du reste, pendant plusieurs années, œuvré à convaincre les pouvoirs publics pour prendre une véritable initiative numérique. Le BIM a ainsi été « poussé » par Cécile Duflot, dans le cadre de la démarche « objectif 500 000 » lancée alors par l'ancienne ministre.

« C'est une rupture positive pour le monde du bâtiment », insiste Bertrand Delcambre. C'est aussi une vraie rupture technologique. Sur ce point, l'« ambassadeur du numérique pour le bâtiment » (c'est son titre exact) rejoint l'avis des techniciens, comme Nicolas Fagart, directeur technique chez Steria et spécialisé dans les SIG (systèmes d'information géographique), pour qui « le plan est dépassé ! Les architectes et les géomètres, par exemple, travaillent à la transition du plan DAO vers la maquette numérique BIM, intégrant, grâce aux SIG, bien plus que des plans mais aussi les données architecturales voire de construction associées ».

En France, des associations comme Mediaconstruct œuvrent à la diffusion du BIM. L'Europe n'est pas en reste. Et l'Afnor travaille de son côté au « PPBIM », à savoir un dictionnaire produits dont la nomenclature est à la norme IFC. ■

Le numérique : indispensable dans la construction

Selon une étude américaine, le BIM permettrait d'économiser jusqu'à 10% de la valeur des contrats. Plus largement, le numérique impacte radicalement le monde du bâtiment, et aussi plus largement celui du cadre de vie. Le géomètre-expert n'échappe pas à la règle.

Le BIM, en numérisant l'ensemble des données d'un immeuble sous forme d'avatar mais aussi ses « attributs », permet d'inscrire celui-ci dans un réseau plus vaste où toutes les professions qui contribuent à sa conception, sa fabrication mais aussi son exploitation vont dialoguer à partir d'un fichier unique.

« Le secteur a besoin du numérique ! » C'est le constat sans appel de l'étude « Accélérer la mutation numérique des entreprises », qui passe au scanner le degré de numérisation des différents secteurs de l'économie française, réalisée en septembre 2014 par McKinsey & Company, cabinet de conseil auprès des directions générales. Alors que le secteur pèse plus de 6% du PIB hexagonal, le contexte n'est pas simple pour la diffusion du numérique dans la construction, domaine composé à 94% de TPE (moins de

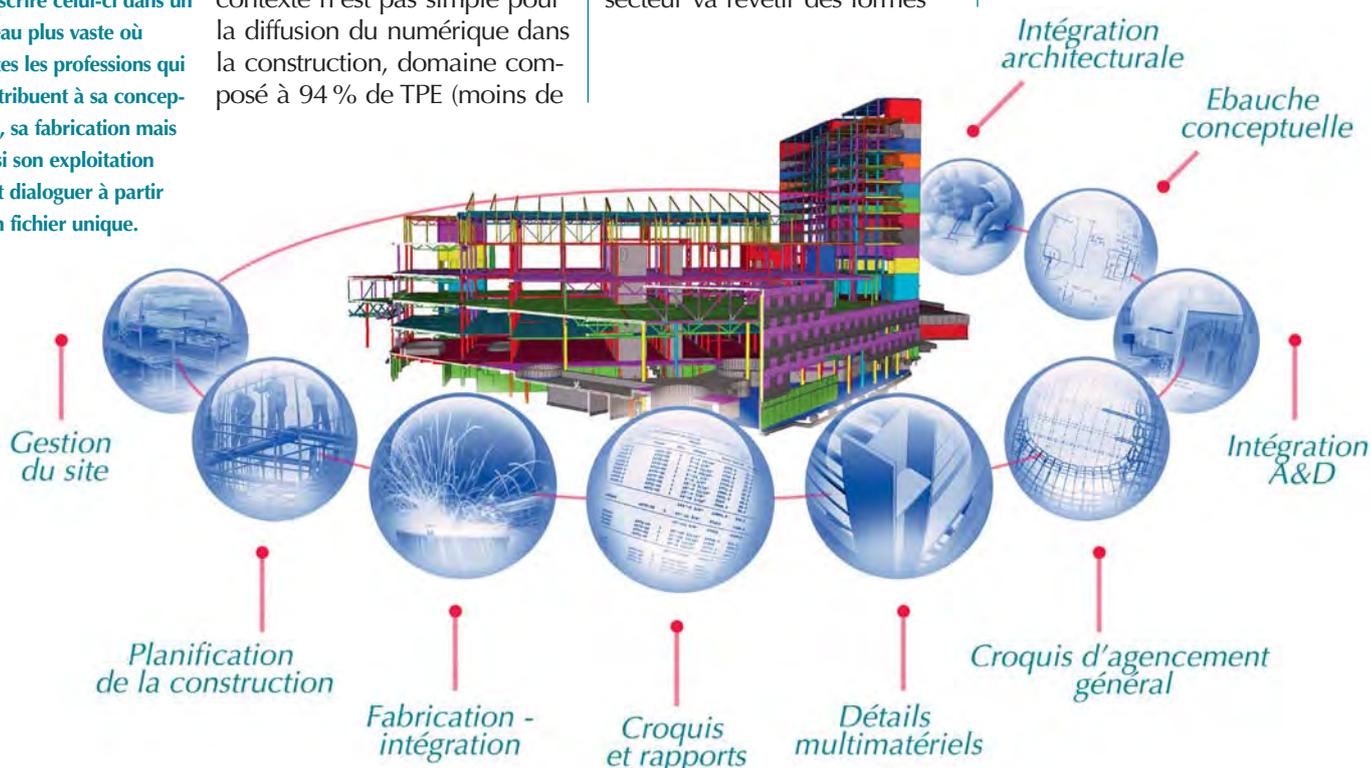
dix salariés). De même, la profession de géomètre-expert est, elle aussi, organisée en une majorité de TPE et de petits cabinets...

Pourtant, le rapport est catégorique : « Afin de préserver leur compétitivité et de mieux répondre tant aux attentes des clients qu'à la réglementation, les acteurs de la construction vont devoir investir dans leur transformation numérique, à la fois en capitaux, en temps, en compétences et en attention managériale au plus haut niveau ». C'est vrai pour les grands et pour les moins grands, pour le bâtiment aussi bien que pour les professions de services ou connexes, comme les géomètres-experts. L'impact du numérique sur ce secteur va revêtir des formes

multiples et très diverses, en raison justement de la diversité des acteurs concernés et de la variété des projets.

Ainsi, toujours selon le rapport McKinsey, les acteurs « de l'amont » intervenant dans les études et la conception (comme le géomètre-expert) doivent surtout prendre en compte l'évolution de la demande. Un exemple : « les clients attendent de plus en plus que les nouveaux logements soient "connectés" et "intelligents" de manière à optimiser les coûts de fonctionnement (énergie, eau, etc.) ».

Dans la partie étude et conception d'une construction, il doit y avoir « une intégration



du monde physique et des données numériques». Ainsi on va pouvoir « améliorer la conception grâce au numérique »...

Compte tenu de l'impact des projets de bâtiments ou d'infrastructures sur la qualité de vie de leurs occupants et usagers, « les maîtres d'ouvrage et les concepteurs ont intérêt à profiter de toutes les possibilités offertes par le numérique pour mieux cerner les besoins et attentes de ceux-ci ». Dans la phase de conception, le numérique permet de mieux comprendre les exigences des usagers, d'adapter le design aux usages attendus.

39% des constructeurs disent utiliser le BIM

Outre l'amont, les acteurs de la construction et de l'exploitation se trouvent quant à eux en première ligne pour les aspects touchant à la productivité: « le recours plus systématique aux maquettes numériques du bâtiment, par exemple, leur permettrait de réduire leurs coûts et de gagner en efficacité. Pour tous les acteurs, la consolidation des très nombreuses données à gérer en simultané, avec un grand nombre d'interfaces, représente un défi majeur, auquel le numérique peut apporter des réponses », explique l'étude.

Par ailleurs, toujours selon cette étude et malgré l'atomisation du secteur, sur le fond, le contexte est favorable à l'innovation. « Plusieurs facteurs se conjuguent pour pousser les acteurs des études et de la conception à innover grâce aux outils numériques, parmi lesquels la réglementation joue un rôle essentiel. Avec l'entrée en vigueur de nouveaux règlements, les "smart buildings" sont appelés

à devenir la norme. » A titre d'exemple, la future réglementation thermique 2020 (RT2020) devrait avoir comme objectif la maison à énergie positive. Les constructeurs sont incités à offrir des bâtiments et des infrastructures respectueux des principes du développement durable dans leur conception, et toujours plus sobres en énergie et en eau dans leur fonctionnement. « Ce qui exige entre autres de renforcer leur composante technologique et numérique », expliquent les auteurs.

Concernant le BIM précisément, le cabinet d'études n'hésite pas à parler de « révolution pour le secteur de la construction »: « la MNB procure ainsi à tous les acteurs d'un chantier – constructeur, architecte, concepteurs et études amont, pouvoirs publics locaux et maître d'ouvrage – une visibilité en temps réel sur le respect des coûts et des délais. Elle évite aussi d'avoir à saisir les mêmes informations à de multiples reprises, ce qui est source de surcoûts et d'erreurs ».

En France, le BIM apparaît progressivement dans le paysage: 39% des constructeurs déclaraient en 2013 qu'ils y avaient souvent ou très souvent recours. Cependant, ces taux d'usage apparaissent encore en retrait par rapport à ceux en vigueur dans les pays où leur utilisation a été promue par la réglementation. Les pays scandinaves notamment figurent en tête: la Finlande a mis en place un cadre réglementaire incitatif dès 2002, et la Norvège l'a fait en 2005. Le Royaume-Uni leur a emboîté le pas en 2012 et a évalué à deux milliards d'euros les économies déjà réalisées depuis. « Les bénéfices sont tangibles: les constructeurs qui les utilisent peuvent par exemple générer une estimation des



coûts cinq fois plus rapidement qu'avec les méthodes traditionnelles, et la marge d'erreur se trouve réduite à moins de 3%». Le BIM amène aussi à réduire de 7% la durée moyenne des chantiers, et abaisse de 40% les dépassements de budget. Au total, le BIM permettrait selon McKinsey d'économiser jusqu'à 10% de la valeur des contrats. Par ailleurs, l'utilisation du BIM sur toute la chaîne de valeur offre une meilleure communication de l'ensemble des parties prenantes, de la conception jusqu'à la réalisation.

La transformation numérique devient donc un enjeu majeur. Mais on est en retard. Aujourd'hui, « une grande part des plans ne sont pas numérisés », note le rapport McKinsey; les processus restent encore largement dominés par le papier et le traitement manuel. « Un projet type nécessite de croiser des informations de natures différentes (normes-DTU, PLU, plans, etc.) avec des dizaines d'interfaces, souvent en simultané »...

Dans ce contexte, les géomètres-experts sont aux premières loges, et il est vrai que tous n'ont pas attendu le BIM pour adopter les nouvelles technologies et la numérisation (lire page 40). ■

LE BIM SELON LA DÉFINITION DE MCKINSEY

« La maquette numérique du bâtiment, ou BIM pour Building Information Modeling, est un format de données informatiques partagé entre différents acteurs intervenant autour d'un chantier: architectes, entreprises de construction, exploitant, etc. En sus des trois dimensions spatiales de la conception assistée par ordinateur (CAO), la MNB ou BIM intègre une 4^e dimension temporelle (les évolutions du bâtiment dans la durée), une 5^e dimension financière (les coûts de construction et de fonctionnement) et une 6^e de gestion du cycle de vie du produit (PLM, pour Product Lifecycle Management). » Extrait de « Accélérer la mutation numérique des entreprises ».

Des formations à développer

Pour être un succès, la mise en œuvre du BIM nécessite de disposer de compétences à tous les niveaux.

En formation initiale, il faudra intégrer et adapter le numérique dans les cursus de techniciens, d'ingénieurs et d'architectes. En formation continue, il est nécessaire de qualifier les métiers liés au BIM, de clarifier les compétences à acquérir et surtout de mettre au point des offres nouvelles : stages dédiés, compagnonnage, e-learning, Moot (*Massive Open Online Course*), Spoc (*Small Private Open Course*)...

Ce n'est pas simple. D'autant que les besoins sont très diversifiés. Citons tout de même les initiatives d'initiation en

régions comme la plateforme Domolandes, sur le parc d'activités Atlantisud à Saint-Geours-de-Maremne (Landes), dédiée aux professionnels et donc aussi aux géomètres-experts, ou le mastère spécialisé de l'ENPC-ESTP ouvert entre autres aux étudiants voulant devenir géomètre-expert et dont la vocation est de « *former et réunir les acteurs de la construction autour de la maquette numérique pour concevoir de façon intégrée et manager des projets de construction et d'exploitation de bâtiments neufs, existants, ou en rénovation* ».

Les écoles d'architecture commencent à intégrer des cursus, et l'Education nationale s'y intéresse, à travers des Bac Pro. On espère l'intégration prochaine du BIM dans les BTS géomètres et topographes...

Le géomètre-expert en chef d'orchestre de l'immobilier

Le BIM et les techniques de numérisation changent le métier. Le glissement de la valeur ajoutée du géomètre-expert est inexorable : moins de mesure « brute », plus de conseil ; moins de travail individuel et plus de collaboratif. Quelle est sa place dans le BIM ? Quelle évolution du métier avec et par le BIM ?

« **L**ongtemps, les outils informatiques mis en place pour les échanges de données ont eu du mal à trouver leur place dans l'univers de la construction. Le fait de pouvoir utiliser le même support informatique, de la conception à la déconstruction d'un ouvrage, par le biais du format BIM via IFC, est une idée séduisante... Mais une idée qui a du mal à mobiliser la filière », déplore Pierre Mit, économiste de la construction et président de l'Untec (Union nationale des économistes de la construction) et vice-président de Mediaconstruct⁽¹⁾.

Les majors du bâtiment et des travaux publics (BTP) ou de l'ingénierie ont pourtant bien compris l'intérêt du BIM : cela leur permet de maîtriser la filière dans son entier ou en grande partie. « *Très vite, les géomètres-experts impliqués dans les projets immobiliers ou d'aménagement vont devoir se mettre au BIM* », avertit Alain Pape, président d'honneur de l'UNGE.

Un « hub immobilier » au service du BIM

« *L'approche doit porter sur le secteur diffus de la maîtrise d'œuvre "éclatée" telle qu'elle est en réalité pratiquée sur notre territoire. Bon nombre de projets sont issus des études réalisées par une équipe de maîtrise d'œuvre (architecte, BET et économiste) et réalisés par des PME aux spécificités diverses, d'où une multitude*

d'intervenants : c'est avec ces acteurs qu'il faut démontrer le bien-fondé de l'utilisation des IFC (lire page 37) », ajoute Pierre Mit.

Les cabinets de géomètres-experts font partie de ces PME et TPE. De par leur double compétence technique et juridique (le règlementaire pèse de plus en plus lourd,) ils vont par conséquent se trouver aux premières loges dans la généralisation du BIM. La mise en place de la 3D au format IFC (format de fichier utilisé par l'industrie du bâtiment) très en amont dans la conception est, pour le concepteur au sens large ou celui qui réalise les études amont, donc pour le géomètre-expert, un investissement bénéfique sur le long terme : « *on peut imaginer que, dans le cadre d'un diagnostic avant déconstruction, ce dernier sera facilité du fait du format utilisé lors de la conception et de la*



maintenance de l'ouvrage», insiste Pierre Mit. Au niveau du bâti, le géomètre-expert peut aider à intégrer toutes ces informations dans le BIM, car il est en quelque sorte un « hub » dans le domaine de l'immobilier : « il est un chef d'orchestre connaissant les partitions de tous les acteurs concernés – maire, avocat, notaire, promoteur, architecte – sans les remplacer, et capable de les mettre en musique. Le géomètre-expert peut à mon sens favoriser l'interopérabilité, et c'est l'un des objectifs du BIM », assure Alain Pape.

De plus, le BIM, qui touche aujourd'hui essentiellement aux projets neufs, va aussi se tourner vers la rénovation du parc ancien... Le géomètre-expert va être indispensable à la « bimisation » de l'acquis. Le chantier est colossal : la mise au format BIM des plans pour rénovation passe par la numérisation du parc. « *Le géomètre-expert ne peut qu'être un acteur du BIM* », appuie Pierre Mit. ■

(1) Association représentant Building-Smart en France, pour l'usage de la maquette numérique (BIM) dans une logique d'interopérabilité.

« Plus seulement la mesure, mais son exploitation »

Trois questions à Alain Pape, pilote du groupe de travail « recherche et développement » de l'UNGE.



P. GONZALVES

Le géomètre-expert est-il concerné directement par le BIM ?

Le géomètre-expert est placé en amont dans la construction d'un bâtiment. C'est un des principaux pourvoyeurs d'informations au service de la filière. Dès la phase étude d'un projet, il peut produire des informations en 3D. Dans l'absolu, c'est donc le géomètre-expert qui va créer le premier modèle numérique qui pourra ensuite être repris et complété par les autres acteurs. La profession souhaite donc s'impliquer davantage dans la mise en œuvre du BIM.

Où se place-t-il dans la chaîne du BIM ?

La valeur ajoutée du géomètre-expert dans le BIM est sa capacité à mesurer avec précision et à savoir juridiquement ce qui est mesuré. Dans un système où l'on doit intégrer des informations une fois que l'on dispose des plans, le géomètre-expert a donc un rôle important à jouer. Par exemple, le géomètre-expert, qui réalise des calculs de surface, est capable de qualifier toute une série d'informations pour les placer dans le BIM, afin que les maîtres d'ouvrages puissent en disposer (comme le bail d'un local commercial, les charges, la surface louée, etc.) en les lisant dans un modèle numérique accessible. Avec sa double compétence technique et juridique, le géomètre-expert est le seul acteur de la filière capable de vérifier des informations juridiques pour les intégrer sur un plan (3D).

Le géomètre-expert est-il prêt ?

Le géomètre-expert dispose déjà d'outils 3D. Son métier n'est plus seulement la mesure, mais surtout son exploitation. Nous sommes à un virage technologique. Le géomètre-expert est prêt. Sachant qu'on va donc passer de l'interprofessionnalité à la notion plus large et globale d'interopérabilité entre systèmes mais aussi entre métiers...

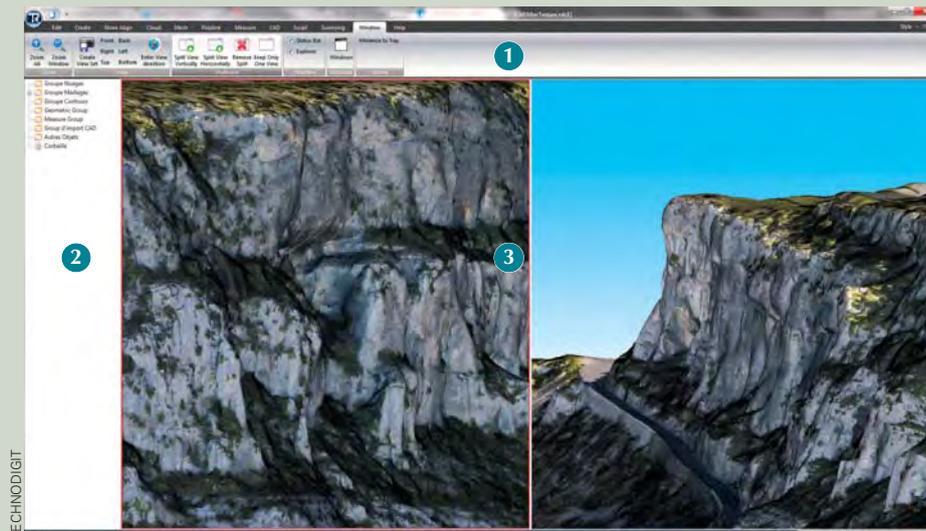
Nuages de points, 3D... La profession maîtrise déjà

Dans le contexte de numérisation inéluctable, et malgré la taille modeste de leurs structures, les géomètres-experts exploitent les nouvelles technologies depuis de nombreuses années. Des connaissances qui ouvrent la voie à l'adoption rapide du BIM.

Parmi les techniques de mesure et de relevés, les nuages de points et la 3D, déjà très largement utilisés, servent de base pour réaliser les modélisations provenant de divers systèmes de mesure. Les géomètres-experts sont à l'aise depuis très longtemps dans ce domaine, et en outre les évolutions technologiques récentes leur ont beaucoup facilité le travail, mais il est réjouissant de constater que les domaines de l'architecture et de la construction, traditionnellement usagers du 2.5D (séparant planimétrie et altimétrie), commencent à se servir aussi de la vraie 3D, avec toutes les possibilités qui en découlent.

Un nuage de points est un ensemble de points sous formes de données dans un système de coordonnées à trois dimensions. Les points se définissent par leurs coordonnées x, y et z, et ces points servent à représenter une surface quelconque, une façade par exemple. Sur le terrain, à l'aide d'un numériseur, on va balayer une surface dans ses trois dimensions pour en générer un nuage de points. Le numériseur prend des mesures d'un grand nombre de points d'une façon automatique pour en produire un nuage sous forme de fichier de données. Deux technologies sont principalement utilisables : la photogrammétrie et les scanners laser.

Les scanners laser 3D sont actuellement assez répandus, ils sont onéreux mais très rapides, jusqu'à un million de points par seconde, avec une précision



Un exemple d'interface avec le logiciel 3DReshaper, en trois parties : le menu (1), l'arborescence pour manipuler les différents objets (2), la zone graphique (3) avec le mode multivue (seize sous-vues maximum) et la possibilité de passer d'une vue orthographique (à gauche) en vue perspective (à droite).

de l'ordre de quelques millimètres, et d'une très grande facilité d'emploi. Les méthodes issues de la photogrammétrie, désormais entièrement automatisée, font actuellement un retour en force grâce aux puissances disponibles dans les ordinateurs courants. Elles produisent aussi des nuages de points, cette fois à partir d'images stéréoscopiques très faciles et peu coûteuses à acquérir, mais au prix d'un post-traitement qui consomme beaucoup de puissance de calcul, pour lequel toutes sortes de solutions, tant commerciales qu'en Open Source, sont disponibles. Il faut noter en outre que l'acquisition d'images a fait des progrès décisifs récemment, avec la venue sur le marché de drones très bien automatisés et n'exigeant aucune technicité pointue en matière de pilotage : un professionnel peut, en une heure de terrain, photographier un immeuble sous toutes les coutures, faire un petit nombre de mesures topographiques d'appui, et livrer toutes ces données à une chaîne entièrement automatique ; quelques heures après, il pourra obtenir

un modèle 3D et l'habiller avec les images les plus appropriées.

Car les nuages de points peuvent être associés à des images acquises par les mêmes moyens, ce qui permet de les draper sur les modèles 3D obtenus et d'obtenir une copie conforme, parfaitement réaliste, et permettant en outre toutes sortes de mesures ultérieures, d'un immeuble ou de n'importe quel objet mesuré.

Les mesures sont ensuite exploitées à l'aide d'un logiciel de traitement des nuages de points obtenus, spécialisé dans le maillage 3D, la reconstruction de surfaces ou la comparaison tridimensionnelle. Là encore, les outils logiciels nécessaires viennent, soit des constructeurs (scanners laser et photogrammétrie), soit du monde de l'Open Source. On a ainsi la possibilité de produire des semis de points sur toutes sortes de surfaces, même les plus complexes, avec une précision pouvant permettre de décrire de manière quasi-parfaite des façades, mais aussi des voûtes de cathédrales, voire des statues ou de

Le BIM dans toutes ses dimensions

Mieux concevoir, optimiser les coûts, réduire les risques, mieux approvisionner, avoir les bonnes données à jour et au bon moment, respecter les réglementations, anticiper le développement durable... Le BIM permet de concevoir, de construire et de maintenir un immeuble dans toutes ses « dimensions » géographiques, économiques, juridiques et environnementales.

BIM 2D

Que vient faire la 2D dans le BIM? Les plans papier ont encore quelques années devant eux. De nombreuses entreprises

travailleront encore en 2D pour les années à venir et il faudra bien échanger avec elles.

BIM 3D

Ce sont les trois dimensions géométriques x, y, z. Sans elles, pas de BIM! Elles permettent les visualisations, les détections d'interférence, la préfabrication, les relevés de l'existant, le calcul des quantités, la mise à jour automatique des coupes et détails, etc.

BIM 4D

Cette dimension ajoute une donnée « temps » aux trois dimensions géométriques. Elle permet de lier les éléments géométriques

avec l'information temporelle ou un planning de construction, ce qui va permettre aux différents acteurs d'un projet de visualiser la durée d'un événement ou la progression d'une phase de construction.

BIM 5D

La 5D permet de lier les éléments géométriques et la contrainte « temps » à un « coût » et ainsi d'estimer les prix de construction ou d'obtenir un aperçu de la situation financière d'un projet à un moment donné.

BIM 6D

La sixième dimension traite de tout ce qui concerne le

développement durable d'un bâtiment, par exemple les analyses énergétiques.

BIM 7D

La septième dimension lie les éléments du projet à tous les aspects de la durée de vie du bâtiment. Généralement délivré à la fin de la construction, le modèle 7D contient toutes les informations nécessaires pour l'utilisation et la maintenance du bâtiment.

BIM XD

« X » représente ici toutes les données additionnelles imaginables qui pourraient encore venir s'ajouter aux autres dimensions.

petits objets. Et les logiciels permettent bien évidemment une aide très poussée à la gestion de ces quantités astronomiques de données 3D, par exemple pour extraire automatiquement des surfaces planes (mur, plancher, plafond). On y trouvera aussi une aide majeure pour faciliter des interventions de divers corps de métiers, par exemple en identifiant les surfaces cylindriques (et on trouve ainsi toutes les tuyauteries).

Résultat : des relevés plus précis, générant des plans en 3D ou des modélisations, de façon fortement automatisée. Les nuages de points 3D qui servent de base pour réaliser les modélisations peuvent provenir d'une grande variété de systèmes de mesure ou de technologies : scanners 3D, digitaliseurs, MMT (machine à mesurer tridimensionnelle), laser point ou laser plan (triangulation laser), laser temps de vol (lasergrammétrie), laser trackers, photogrammétrie ou stéréophotogrammétrie, laserométrie, GPS, théodolite, etc. « Ces technologies atteignent aujourd'hui leur stade de maturité et permettent une qualité

accrue au niveau de la définition, de la précision et de l'exhaustivité des mesures effectuées. C'est un relevé haute densité », expliquent des spécialistes du matériel topographique. Tout ceci afin de retranscrire précisément la scène mesurée à une date donnée. Un scanner permet même de coloriser le nuage de points à l'aide d'un appareil photo embarqué coaxial avec le laser...

Les logiciels de traitement des relevés offrent, de leur côté, une grande variété de fonctionnalités couvrant le traitement des nuages de points, la modélisation polygonale, l'extraction de profils et de formes géométriques, et la comparaison 3D. Les modèles générés par exemple par le logiciel 3DReshaper (de la société Technodigit), pour ne citer que celui-là, peuvent être utilisés directement pour le prototypage rapide, la génération de chemins d'outils, l'animation, la simulation, le calcul aux éléments finis, le contrôle et l'inspection, etc.

L'avantage du nuage de points est double : d'une part, l'automatisation des prises de mesures, doublées d'une

grande précision et, d'autre part, la numérisation qui permet une exploitation efficace et continue dans un environnement logiciel.

La technique est très courante, très au point et fortement répandue chez les géomètres-experts. Elle peut aussi bien être employée pour des relevés de terrains que des relevés d'extérieur, ou même des relevés BIM. L'offre aussi bien matérielle que logicielle (3DReshaper, de Technodigit, PDMS, SmartPlant 3D...) est large.

Nous pourrions citer aussi le GPS qui sonne la fin de la triangulation. A vrai dire, tous ces nouveaux outils démocratisent la mesure. Ils ont changé la façon de travailler du géomètre-expert, qui peut déléguer de plus en plus des tâches moins « stratégiques », que ce type d'outils rend plus simple et même automatise, pour se focaliser sur l'étude, l'analyse et le conseil.

Ces outils ont aussi permis de généraliser la numérisation, ont ouvert la voie à la maquette numérique et font la transition avec le BIM. ■

MINnD : recherche collaborative

« Maîtriser et partager les informations sont des enjeux essentiels pour le secteur du BTP qui doit aujourd'hui faire face aux évolutions majeures du métier, tels que la complexification des projets, le développement de l'écoconception et des nouveaux types de partenariats entre les acteurs (PPP, concessions), l'obligation de maîtriser les risques (anticipation, identification, évaluation, répartition) ou encore le développement du BIM », expliquent sur le site minnd.fr les responsables du projet MINnD...

Le premier enjeu du BIM, mais plus largement de la modélisation « durable » des bâtiments, c'est donc bien de « passer à l'élément plus fin qu'est l'information en se dotant d'une structuration et d'un standard d'échange des informations (reconnus sur le plan international) et d'outils adaptés qui seront, soit transversaux comme la maquette numérique, soit spécialisés comme les outils développés actuellement par chaque acteur ». C'est dans ce contexte qu'a été lancé en mars 2014 le projet national MINnD de recherche et de développement collaboratif soutenu par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Il se déroule sur cinq ans, avec un budget global de quatre millions d'euros. MINnD est structuré autour de quatre thèmes : mise en perspective des pratiques ; cas d'usage et expérimentation ; structuration des informations ; proposition d'adaptation des règlements. L'objectif, outre la structuration des informations, est de faire évoluer les cultures et les mentalités dans une démarche plus collaborative.

Quatre axes pour un rapport

Bertrand Delcambre, ambassadeur du numérique dans le bâtiment (lire notre entretien page 46), a remis le 2 décembre 2014 à Sylvia Pinel, ministre du Logement, de l'Égalité des territoires et de la Ruralité, son « rapport sur le numérique dans le bâtiment », dans le cadre de la mission qui lui a été confiée en juin de la même année.

Ce rapport définit les perspectives de gains liés à l'usage du numérique dans le bâtiment, en matière : d'économies pour les travaux de construction, d'entretien, de maintenance et d'exploitation des bâtiments ; de productivités liées à une meilleure maîtrise de l'information ; de création d'emploi.

« Je tiens à saluer le travail exemplaire mené par Bertrand Delcambre, qui fait des propositions efficaces et pragmatiques afin de favoriser l'utilisation des outils numériques par les acteurs du secteur du bâtiment. Elles permettent de répondre aux besoins d'équipement, de gestion et de formation des entreprises, notamment des petites structures, pour accompagner la montée en compétence de la filière sur le numérique. Ces propositions visent également à développer et à élargir la gamme des outils numériques, et notamment les logiciels, pour qu'ils soient mieux adaptés aux besoins des PME, TPE et entreprises artisanales », a déclaré Sylvia Pinel.

Bertrand Delcambre a réuni quatre-vingts contributions venant de professionnels⁽¹⁾ et mené cent trente entretiens.

Ce rapport détaille les enjeux et les acteurs du BIM dans le bâtiment, proposant « un plan ambitieux porté par l'État » et s'articule autour de quatre grands axes : convaincre et donner envie à tous les acteurs, notamment les maîtres d'ouvrage ; répondre aux besoins d'équipement et de montée des compétences numériques des acteurs, notamment des TPE et PME ; développer des outils adaptés à la taille des projets ; installer la confiance dans l'écosystème numérique français (ENF).

En outre, le rapport Delcambre propose une « task force » interministérielle, avec un comité de pilotage et un calendrier pour les mesures à prendre (voir ci-contre). ■

(1) Les contributions sont disponibles sur le site : <http://missionnumerique-batiment.fr/>

Des freins à la collaboration

La mise en place de systèmes de collaboration efficaces est aujourd'hui plébiscitée mais se heurte toutefois à un certain nombre de freins : la différence de maturité entre les acteurs de la maîtrise d'œuvre ; l'utilisation de logiciels métiers spécifiques dont les formats sont souvent propriétaires et non compatibles ; l'insuffisante rémunération et sa répartition entre les acteurs pour l'élaboration et l'entretien des éléments partagés de la maquette numérique ; la tentation des maîtres d'ouvrage en période de crise à comprimer le poste étude ; etc.

Le géomètre-expert : décrire et garantir

La maquette sera le support de la conception, de l'aménagement, de la rénovation sur un bien foncier grevé de servitudes de droit public et privé, qu'il convient d'identifier précisément au regard de la densification urbaine et du caractère inviolable du droit de propriété. Elle servira également de base pour la création de biens fonciers, parcelles, lots de copropriété, volumes, que le géomètre-expert devra décrire et garantir, si possible en tant qu'acteur du BIM.

Le calendrier proposé

Juillet 2015

- ▶ La mise en place d'un « portail du bâtiment numérique »
- ▶ L'analyse des expériences numériques en cours et évaluation des bénéfiques (coûts, délais, qualité...)
- ▶ La définition et le lancement d'un label de « qualité numérique » des projets
- ▶ La mise en place et l'animation d'un « Réseau national des initiatives locales »
- ▶ La mise en place d'un plan de communication
- ▶ L'identification du terrain d'expérimentation du permis de construire numérique
- ▶ L'organisation et le soutien de la représentation française au sein des instances de normalisation traitant du numérique aux niveaux européen (CEN) et international
- ▶ L'expérimentation de la norme NF XP P07-150 concernant la description des produits

Octobre 2015

- ▶ L'organisation, à l'échelle nationale, d'une compétition annuelle des projets les plus aboutis dans l'usage du numérique

Fin 2015

- ▶ L'élaboration des guides d'implémentation et du protocole BIM pour lancer les premières opérations sous MOA publique et l'accompagnement de l'Etat exemplaire, pour la construction et rénovation de bâtiments publics
- ▶ Le lancement d'une ingénierie de la formation adaptée à l'usage des Mooc dans le bâtiment
- ▶ La finalisation de conventions avec les écoles d'ingénieurs et les écoles d'architecture
- ▶ La mise au point des spécifications des kits BIM pour les artisans et les TPE-PME du bâtiment
- ▶ La mise au point des spécifications du DCE et des DOE-DIUO numériques
- ▶ L'élaboration de guides et recommandations adaptés à l'archivage des opérations et à la traçabilité des interventions sur des bâtiments constitutifs du patrimoine public
- ▶ La définition du contenu du « carnet numérique de suivi et d'entretien du logement » prévu par la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte
- ▶ La définition de la stratégie de certification des logiciels et des acteurs
- ▶ La définition de la stratégie concernant les plateformes collaboratives de gestion des données numériques en phase d'exploitation
- ▶ La définition d'une stratégie adaptée à la promotion d'une offre logicielle française basée sur la maquette numérique

Un appel aux fabricants de logiciels

Face aux nouveaux besoins des acteurs du cadre de vie, les logiciels de conception 3D se multiplient et deviennent de plus en plus sophistiqués en intégrant progressivement un nombre croissant de fonctionnalités et des « vues métiers ». Toutefois, des progrès restent à faire... Un point de vigilance très sensible concerne l'interopérabilité et la nécessité de faire émerger des standards de données et de communication entre logiciels. Un standard international fait l'objet d'une norme Iso : les IFC (*Industry Foundation Classes*, lire page 37) ; la plupart des éditeurs de logiciels présents sur le marché français ont adopté ce standard, dont la promotion est



L'exposition attenante au dernier congrès des géomètres-experts, en septembre 2014 à Montpellier, a accueilli de nombreux fabricants de logiciels 3D.

portée par l'association Media-construct. Mais, à ce jour, la gestion de l'import et de l'export des IFC d'une application à l'autre n'est pas complètement satisfaisante. En effet, le modèle

IFC est permissif, ce qui rend son exploitation automatique difficile. Un travail de spécification des parties du modèle nécessaires pour chacune des étapes du projet est encore à réaliser. ■

« J'ai constaté une vraie attente partagée par les acteurs »

Ancien président du conseil d'administration du CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment), Bertrand Delcambre a été nommé en juin 2014 au poste d'ambassadeur du numérique dans le bâtiment par la ministre du Logement et de l'Égalité des territoires, Sylvia Pinel. Entretien avec « Monsieur BIM », véritable spécialiste de la construction durable.



Pourquoi un « Monsieur BIM » ?

L'échéance de 2017 ⁽¹⁾ impose une feuille de route auprès de tous les acteurs, dont les géomètres-experts, pour conduire le déploiement massif du BIM. Certes, le BIM est déjà implanté dans les grands groupes, mais n'oublions pas que 98 % des entreprises du secteur comptent moins de vingt salariés. C'est le cas des géomètres-experts, qui sont aussi plutôt de petites structures. Je m'attache donc à créer l'adhésion la plus large possible au BIM. J'ai pu constater qu'il y a une vraie attente partagée par les acteurs.

Qui va être touché par le BIM ? Et comment ?

Tout le monde ! Dans la construction neuve, où le BIM est un outil de communication, de partage de l'information et de dialogue, où le BIM permet précision et maîtrise complète de l'information tout au long de l'acte de construire, et enfin où le BIM entraîne une ingénierie concourante et collaborative. Mais aussi dans la rénovation de l'existant, où le diagnostic pourra se faire à partir d'une maquette numérique et où le BIM crée des outils d'aide à la décision et à la conduite de chantiers complexes.

Il y a une stratégie ambitieuse, portée par les pouvoirs publics, pour accompagner la modernisation de la filière avec comme grands objectifs une amélioration significative de la productivité (délais, coûts), une augmentation sensible de la qualité de la construction et de la gestion patrimoniale... Et en perspective une diminution de l'empreinte environnementale des bâtiments.

Y a-t-il des barrières ?

C'est encore une affaire d'initiés. Et il y a une question de moyens : nous sommes en présence d'acteurs qui n'ont pas forcément été formés au numérique. Ce n'est pas le cas des géomètres-experts. Mais il faudra une formation continue BIM et il faudrait même lancer une formation en ligne ouverte à tous. Saluons la création du mastère spécialisé BIM par l'ENPC (Ecole nationale des ponts et chaussées), l'ESTP (Ecole spéciale des travaux publics) et leurs partenaires...

D.R.

Il y a aussi un vrai problème d'équipement : un poste de travail (PC de base) peut nécessiter un investissement de l'ordre de 10 000 euros, matériel et logiciels, pour manipuler des maquettes numériques. La mutualisation est une solution que j'encourage, et on voit fleurir en régions des initiatives visant, comme dans les Landes avec Domolandes ⁽²⁾, à favoriser l'initiation aux plateformes BIM.

L'interopérabilité est aussi une clé : la norme ISO IFC sert à décrire les nouveaux « objets » des bâtiments. Elle entre progressivement chez les éditeurs, mais il est indispensable de rassembler, dans des univers numériques de travail communs, des informations venant de tous les horizons, avec notamment des catalogues électroniques de produits normalisés. Information technique, mais aussi règlementaire et normative : tout cela doit être rattaché à la maquette numérique.

Quelle est la place du géomètre-expert dans le BIM ?

Il a clairement un rôle à jouer : compte tenu de la numérisation généralisée de la mesure, et sachant que la rénovation est un enjeu du BIM, avec son expertise du relevé et de l'analyse des données 3D, le géomètre-expert sera aux premières loges. Les échanges que j'ai eus notamment avec l'UNGE et l'Ordre des géomètres-experts font d'ailleurs état d'un grand intérêt et d'un vrai dynamisme sur le sujet. ■

(1) La directive dénommée « Bâtiment 2.0 » prévoit qu'à échéance 2017, tous les marchés publics d'Etat devront être gérés en BIM, tel que recommandé par la Commission européenne.

(2) Un pôle entièrement consacré à la construction durable et dédié aux entreprises de la filière du bâtiment.