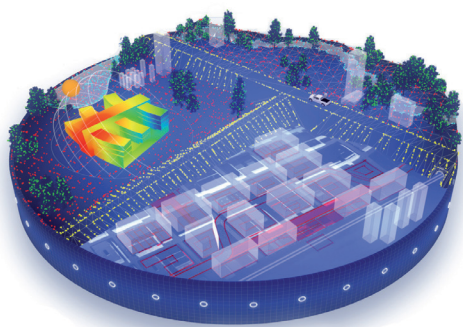


TOUT SAVOIR OU PRESQUE SUR LE BIM

LIVRE BLANC



EUROSTUDIO



ENCORE UN ÉCRIT SUR LE BIM ? POUR QUOI FAIRE ?

L'objectif de ce livre blanc est de porter à votre connaissance que vous soyez néophyte ou un acteur du BTP, ce qu'est le BIM : une réelle « disruption » vis-à-vis de nos pratiques et de nos anciens modèles. Il a pour ambition de synthétiser les principales évolutions et souligner les solutions majeures proposées.

Nous avons choisi d'utiliser un modèle de description simple fondé sur le questionnement systématique :



"Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Combien ? Comment ? Pourquoi ?"

Nous terminerons par un autre modèle de questionnement qui permet d'analyser les besoins et les rôles des différents professionnels qui participent au cycle de vie d'un bâtiment.

TABLE DES MATIÈRES

LE BIM ?

Premier élément déclencheur	6
Deuxième élément déclencheur	7
Troisième élément déclencheur	7
Pourquoi ?	8
Objectif BIM : bâtiments écologiques et bien exploités	8
Quel objectif pour chaque professionnel du secteur du bâtiment ?	8

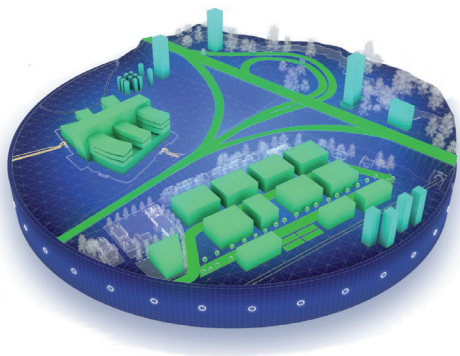
UN PROJET DE CONSTRUCTION DE BÂTIMENT : DÉROULEMENT ?

Contexte de l'exemple et problématique	10
Première étape : réaliser le cahier des charges et vérifier la faisabilité du projet de construction	10
La problématique	10
Le(s) résultat(s) escompté(s)	11
BIM ou pas tout à fait BIM ?	11
Deuxième étape : réaliser l'étude de l'avant-projet du bâtiment	12
La problématique	12
Le(s) résultat(s) escompté(s)	12
BIM ou pas tout à fait BIM ?	12
Troisième étape : demander le permis de construire	13
La problématique	13
Le(s) résultat(s) escompté(s)	13
BIM ou pas tout à fait BIM ?	13
Quatrième étape : réaliser les appels d'offre des travaux de construction	13
La problématique	13
Le(s) résultat(s) escompté(s)	13
BIM ou pas tout à fait BIM ?	13
Cinquième étape : diriger les travaux de construction, BIM EXECUTION	14
La problématique	14
Le(s) résultat(s) escompté(s)	14
BIM ou pas tout à fait BIM ?	14
Sixième étape : livrer et exploiter le bâtiment	15
La problématique	15
Le(s) résultat(s) escompté(s)	15
BIM ou pas tout à fait BIM ?	15
Conclusion	16

BIM : ÉVOLUTION, RÉVOLUTION OU TRANSFORMATION ?

Les facteurs de réussite	18
L'environnement	18
Les ressources matérielles	18
Les Hommes	18
Les nouvelles capacités à développer	19
Capacités techniques	19
Capacités collectives et interdépendantes	19

LEXIQUE/SIGLES



LE BIM ? QU'EST-CE QUE C'EST ? QUI EST CONCERNÉ ? POURQUOI ?

LA DÉFINITION : « BÂTI ET INFORMATIONS MODÉLISÉS »

Lieu de convergence de la créativité, de la production, de l'analyse et de la communication le BIM (acronyme pour Building Information Modeling) est un processus de conception et de gestion des données d'un ouvrage immobilier en liaison avec les infrastructures tout au long des différentes phases de son cycle de vie se découpant en :

- Programmation
- Rétro-conception et Conception
- Construction ou Rénovation
- Exploitation / Maintenance
- Déconstruction

Les acteurs : Maîtres d'ouvrage, Architectes, Économistes, Contrôleurs techniques, Coordonnateurs, BET, Industriels, Entreprises, Promoteurs, Gestionnaires de patrimoine, Exploitants mais aussi Utilisateurs finaux, tous sont concernés, car nous parlons de "Bâtiment" cadre dans lequel nous vivons, travaillons, et sommes en relation avec les autres. Au sein d'un environnement de plus en plus concurrentiel chacun doit gagner en flexibilité, innover développer de nouveaux services en conjuguant les contraintes économiques et le défi du développement durable.

Les outils et les méthodes de travail permettent aux différents acteurs du projet de puiser dans la maquette numérique 3D les « informations métier » qui leur sont nécessaires. Ces données sont enrichies tout au long du processus pour aboutir à un projet virtuel représentatif du « modèle Tel Que Construit » permettant ensuite de mieux le gérer.

Toutes les saisies dans la maquette numérique sont synchronisées en temps réel (plan, façade, coupe ou vue 3D). Les liens paramétriques 3D et les indexations automatiques de la base de données renforcent la cohérence entre la conception globale du projet et la précision descriptive ou constructive de la documentation. La création et l'utilisation de modèles 3D « intelligents » permettent de prévenir les blocages, limiter les aléas et les ressaisies (collaboration).

Cette organisation unifiée des données permet à toutes les phases (conception, construction préparant la gestion et l'entretien) d'optimiser la planification, de communiquer les décisions et d'interroger toute information liée au projet.

UN ENVIRONNEMENT COMMUN DE DONNÉES

Le modèle de bâtiment, comme tous les documents s'y rattachant sont synthétisés au sein d'une base de données intégrée où tous les éléments induits sont également interconnectés en permanence (dessins, vues, nomenclatures, contrats, état de santé, plans pluriannuels d'entretien, etc.).

Au-delà de la phase conception, les processus BIM permettent **d'assembler et de représenter dans une même maquette numérique la synthèse de tous les composants du projet, d'en simuler les interactions et de les quantifier puis de les gérer en phase Exploitation / Maintenance** (données de l'actif, manuels d'instructions, périodicité des activités de maintenance...).

C'est donc aussi une nouvelle façon de travailler et de communiquer entre les acteurs et d'anticiper les besoins de l'exploitation et des utilisateurs et répondre à l'injonction qui s'impose « Bâtir Intelligemment et Mieux ». La mise en place d'une continuité organisée et d'un flux de production (ou « workflow ») dans la chaîne numérique du cycle de vie du bâtiment remplace la production séquentielle par silos « métier ».

Le BIM connaît ces dernières années un regain d'intérêt depuis que les États (dont en France l'initiative du PTNB) et les groupes du BTP (Vinci, Bouygues, Eiffage, SPIE) ont pris conscience de ses enjeux. Alors la première interrogation posée est celle-ci : qu'est-ce qui a été changé ou qu'est-ce qui a changé ?

Une rapide analyse permet de distinguer trois niveaux de changement importants.

AU-DELÀ DU 3D, LES DIFFÉRENTES DIMENSIONS DU BIM

4D

Le BIM **4D** intègre la donnée « temps » au 3D et permet la planification, l'ordonnancement et la visualisation en 3D des étapes de construction (approvisionnement, planings par corps d'états, par lots et par tâches, gestion du chantier et simulation des éventuels problèmes ou retards et de leur impact sur le planning et les coûts BIM 5D).

5D

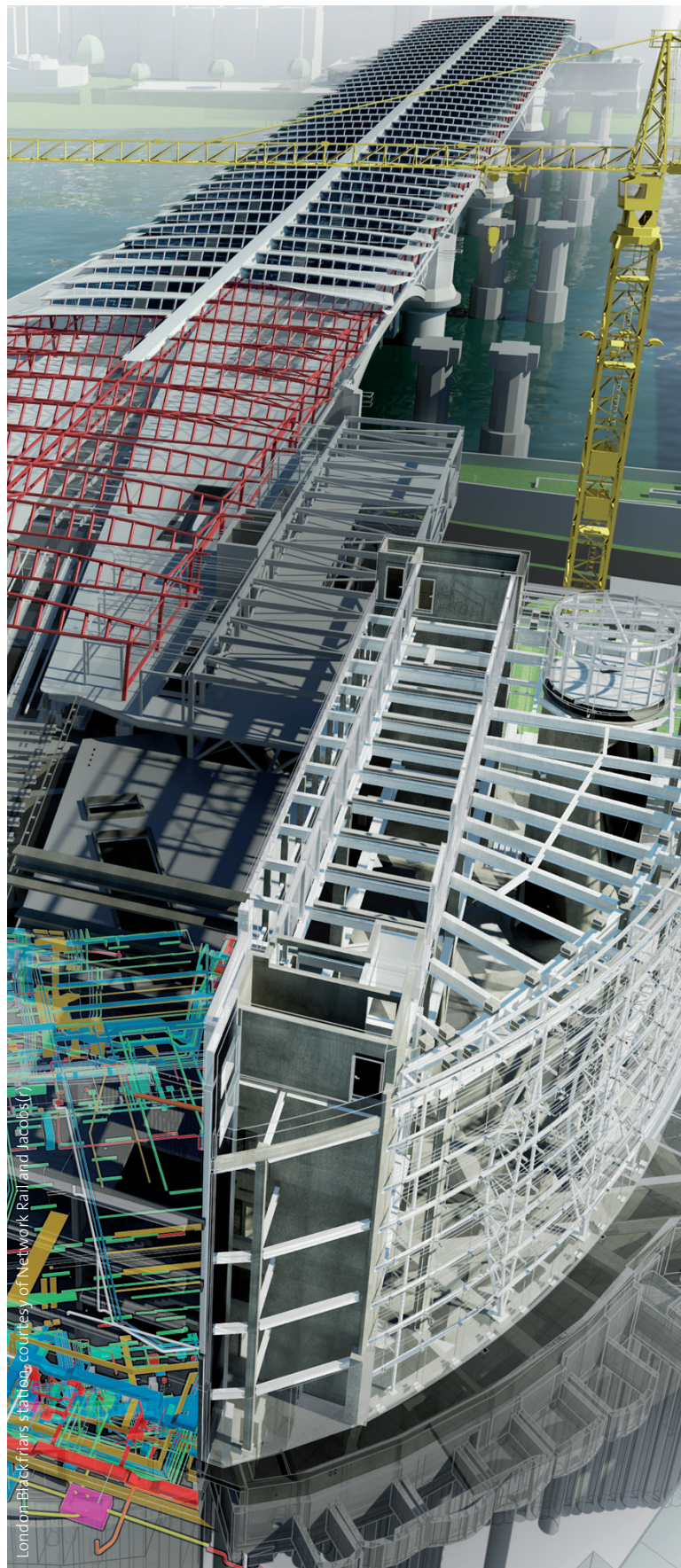
Le BIM **5D** regroupe les informations liées aux « coûts » et à la description des ouvrages (CCTP, DPGF, quantités, estimation, chiffrage). C'est l'une des clefs de l'organisation de la DATA et qui permet au travers d'une codification commune à tous les acteurs et d'un référentiel unique de simuler des variantes et d'enrichir les informations pour atteindre l'étape BIM 7D.

6D

Le BIM **6D** inclut les aspects du développement durable du bâtiment facilitant les analyses énergétiques.

7D

Le BIM **7D** caractérise l'un des objectifs majeurs du BIM : délivrer au gestionnaire de l'ouvrage toutes les informations utiles à l'exploitation et la maintenance du bâtiment (depuis la conception jusqu'à la livraison, issus du « DOE » et « DUIO » numériques, permet le « Facilities Management » via des outils de « GMAO » et de « GTB »).



1^{ER} ÉLÉMENT DÉCLENCHEUR

Nous sommes tous concernés par les problèmes de l'énergie et du réchauffement climatique et, le Bâtiment a un rôle important à jouer dans la **"transition énergétique"** : nous consommons beaucoup trop d'énergie et les bâtiments sont responsables de près de la moitié de l'énergie consommée... **Ce "changement" est l'une des premières motivations conduisant à l'adoption du BIM.** L'intégralité de la chaîne décisionnelle est impliquée et se doit d'anticiper ces changements.

Que ce soient ceux qui sont en charge de définir, de construire puis d'exploiter et de gérer, chacun est concerné. Plus tard, si l'utilisation du Bâtiment change, le processus - avec toutes les phases - le cycle depuis la définition jusqu'à l'exploitation, recommence.

Depuis que le "Bâtiment" existe, les professionnels du secteur ont toujours été dans une recherche de **maîtrise de l'énergie et aussi dans une recherche de l'optimisation de la qualité et de maîtrise des risques.** Chacun dans son métier et dans des rôles bien définis, de l'Architecte à l'Artisan, de l'Ingénieur au dessinateur-projeteur, travaillent ensemble pour réaliser l'objectif final : **le bâtiment de qualité et durable livré au client-maître d'ouvrage et conforme aux attentes.**

Par souci de simplicité, dans nos descriptions, nous prendrons l'exemple d'un seul projet de construction. Toutefois, soulignons que dans l'exercice de leurs activités, les professionnels suivront plusieurs "objectifs finaux" : pour la plupart, ils travaillent sur plusieurs projets de bâtiment en même temps.

Ceci, nous le verrons plus tard, aura un impact sur les objectifs de chacun. Nous nous attacherons à identifier les points de vigilance et les problématiques générales et spécifiques à chacune des missions.

Avant d'espérer de l'implémentation du BIM qu'il résolve tous les problèmes, de nombreuses tentatives sont déjà en place pour construire des bâtiments écologiques et les moins énergivores possible. La transition numérique constitue pour le secteur du BTP une opportunité pour relever le défi de la transition énergétique et environnementale. En parallèle les industriels et les organisations comme l'UNSA, AIMCC, CERQUAL, CERIB, CSTB, FFB, AQC, CAPEB,... travaillent de concert pour éclairer les processus.

À moyen terme le BIM facilitera la vérification du respect des normes, de labels ou écolabels (BBC-Effinergie), de qualifications et des certifications (HQE® Haute Qualité Environnementale, NF HQE, NF habitat) en intégrant en amont les informations apportées par les entreprises et les avis techniques (ID+. R&D. PI. ATex, Avis Atec/DTA).

Apparaît de plus en plus en filigrane du BIM, la notion de « commissionnement » (défini notamment comme un processus de management de la qualité) permettant de créer les conditions nécessaires pour que tous les systèmes du bâtiment soient conçus, réglés, testés, mis en service pour atteindre « in fine » à minima le niveau des performances contractuelles en exploitation.

Composante de la certification environnementale les méthodes comme « BREEAM » (Building Research Establishment Environmental Method) ou LEED gagnent du terrain en EUROPE et introduisent cette notion de « commissionnement ».

On distingue généralement quatre propriétés : économiques, environnementales (dont l'efficacité énergétique), fonctionnelles et sécuritaires (bonnes pratiques et analyse des risques).

OBLIGATOIRE OU PAS ?

La directive européenne 2014/24/UE (article 22.4) précise que les **28 « États membres peuvent exiger l'utilisation d'outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment ».** La transposition en France de cette directive du Parlement Européen a été inscrite dans le nouveau code des marchés par l'article 42 III du décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics **sans toutefois pour l'instant, créer d'obligation.**

Nos voisins britanniques du Royaume-Uni ont anticipé depuis 2011 une stratégie BIM, devenue obligatoire depuis 2016 pour les projets gouvernementaux et ambitionnent d'augmenter de

50 % leur part de marché à l'export d'ici 2025. Le Danemark, la Finlande, la Norvège et Les Pays-Bas imposent d'ores et déjà cette condition aux marchés publics dans le secteur du bâtiment

À la suite du projet de loi relatif à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte, le Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment a été initié par Madame Sylvia PINEL (Ministre du Logement) le 24 juin 2014. Monsieur Bertrand DELCAMBRE en est l'ambassadeur. En parallèle du « Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Énergétique (PACTE) », le P.T.N.B. place le numérique au cœur du plan de relance de la Construction et initie de nombreux appels à projets et développements.

Le site <http://www.batiment-numerique.fr> regroupe toutes les informations.

Les données environnementales (bilan carbone, performances thermiques, acoustiques et énergétiques, impacts sur la biodiversité, compensations foncières) sont désormais intégrées dans les études préliminaires de Conception. Au-delà des bâtiments eux-mêmes, des voies de recherche sont ouvertes pour définir ce que seront **les quartiers et les villes interconnectés à leurs habitants** « Smart City » (ville numérique, habitat intelligent et ville durable, îlot à énergie positive, éco-cité, flotte de véhicules électrique connectés, « smartgrids » ou réseaux intelligents...) grâce à une planification optimisée des besoins et des ressources énergétiques urbaines.

2^E ÉLÉMENT DÉCLENCHEUR

Bien avant l'arrivée de la "transition énergétique", les professionnels du secteur du Bâtiment ont vu arriver la première vague du "numérique" avec l'informatique à la fin des années 1980 et début 1990. L'informatique a introduit le calcul dans leurs métiers, dans leurs outils de production et dans leurs outils d'exécution : des **logiciels-métiers** construits selon les préceptes originaux des métiers et des outils traditionnels de représentation, d'évaluation et de calculs.

Ce processus d'optimisation des logiciels continue depuis cette époque et s'est superposé à l'arrivée d'Internet et à l'augmentation exponentielle des puissances de calcul et de stockage (Loi de Moore). Ces logiciels-métiers sont toujours présents aujourd'hui avec, en parallèle, l'utilisation exponentielle des périphériques numériques (smartphone, PDA, tablette, internet, objets connectés) et de la **culture numérique** qui leur est associée.

On constate simultanément une accélération des processus d'échanges de données et de validation (traçabilité) avec la multiplication des plateformes collaboratives canalisant et filtrant le flux des informations stockées (textes, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D, nD), une évolution des processus de préfabrication (3D-printing).

L'humanité a produit pratiquement autant de données en deux ans que durant toutes les années précédentes, ce nombre devrait encore doubler dans deux ans. De plus en plus de systèmes, d'appareils et d'objets sont connectés, ce qui génère d'énormes quantités de données (« BIG DATA ») permettant de mesurer les comportements, de communiquer et d'interagir avec d'autres systèmes et d'autres acteurs (syndics, utilisateurs finaux...). Les problématiques liées aux données personnelles collectées et la quantité de données privées et les voies d'accès à ces informations ne sont pas pour l'instant juridiquement traitées.

L'exploitation et la valorisation de ces données constituent dès aujourd'hui les enjeux majeurs du bâtiment modélisé et interconnecté. Chacun doit rapidement évaluer l'impact de ces possibles disruptions liées au « bâtiment numérique » sur son activité. L'utilisation progressive des logiciels-métiers et du BIM bouleverse la pratique des acteurs en favorisant le "travailler ensemble" et le partage de l'Information. **Il devient évident qu'il est plus intéressant de reprendre des données déjà existantes que de les recréer à chaque phase.**



3^E ÉLÉMENT DÉCLENCHEUR

Le troisième changement est de nature sociétale : la mise en place d'un processus BIM conduit à préciser les exigences lors de chaque phase du projet : un changement de paradigme qui passe lentement d'une **logique d'engagement de moyens** à celle d'**engagement de résultats basés sur une maîtrise de la qualité** (dont les spécifications techniques et performances énergétiques et bio climatiques à atteindre) **et d'une maîtrise de l'Information génératrice de valeur pour l'exploitant.**

Les Maîtres d'Ouvrage publics et privés veulent avoir l'assurance (voire une garantie contractuelle de résultat) que les ouvrages (neufs ou rénovés) qu'on leur livre, atteignent les performances du bâtiment qu'on leur a « vendu ». L'organisation des différentes visions des modèles apporte par ailleurs une meilleure maîtrise des incertitudes, risques et des délais. Il n'existe pas en France en 2017 de statistiques vérifiables permettant de valoriser les bénéfices escomptés en exploitation / maintenance mais l'on constate déjà une réduction considérable de la perte d'information et des erreurs lors des itérations de conception puis d'exécution.



CRÉER DE LA VALEUR, CRÉER UN ENVIRONNEMENT DE CONFIANCE :

En constituant et en contrôlant plus facilement l'Information, le BIM est en passe de devenir un facteur décisif pour installer la confiance (transparence des prestations, maîtrise des coûts, anticipation des consommations d'énergie) entre les acteurs de la construction (donneurs d'ordre, concepteurs et utilisateurs futurs) et créer de la valeur (valeur verte, valeur économique et financière, valeur d'exploitation, valeur d'assurance).



POURQUOI ?

OBJECTIF BIM : BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES ET BIEN EXPLOITÉS

Développement durable oblige, de nouvelles normes et réglementations se sont développées pour ériger des bâtiments à basse consommation énergétique, au-delà de ces approches (HQE® et BBC®) le constat reste le même : les bâtiments ne sont pas tous écologiques et moins énergivores quand ils sont terminés et livrés. Comment le sait-on ? Ils ne sont parfois contrôlés qu'en fin de la construction, ce qui laisse peu de marge pour rectifier ce qui n'est pas conforme.

Voilà donc l'une des énigmes à résoudre : comment en amont garantir la construction de bâtiments écologiques et le moins énergivores possible tout en étant conforme aux attentes techniques et sociétales dans un budget maîtrisé ?

Le besoin de mesure de la "santé" de tout bâtiment est devenu un enjeu additionnel. Les bâtiments ne sont pas toujours réalisés dans les détails selon les plans et prescriptions définis par les Architectes et les Ingénieurs. Les sites de construction, les terrains, une rénovation complexe réservent des surprises et parfois, dans un grand bâtiment, ces aléas peuvent poser a posteriori des problèmes d'accès, de maintenance ou d'exploitation.

Les promesses du BIM : il devient progressivement naturel pour ceux qui gèrent ou exploitent leurs bâtiments, de rêver disposer d'une maquette numérique en trois dimensions et de modèles virtuels leur permettant d'accéder aux plans, aux coupes, façades, aux quantités, surfaces et à toute documentation ou donnée technique de leurs bâtiments (mis à jour en temps réel, accessibles et partageables).

C'est ainsi que la simulation numérique débutée avec les logiciels-métiers il y a plus de 25 ans prend désormais une place prépondérante avec les nouveaux logiciels (simulation énergétique, calcul structurel, détection des interférences, contrôle des normes, projection budgétaire en coût global,...) et la démocratisation du Cloud. Elle est incontournable si l'on ambitionne de contrôler la manière dont les bâtiments sont définis, construits ou rénovés puis exploités, afin de les obtenir à coup sûr conformes aux standards de bâtiments écologiques, et ceci, quels que soient les types d'intervention et de construction.

QUEL OBJECTIF POUR CHAQUE PROFESSIONNEL DU SECTEUR DU BÂTIMENT ?

Sommes-nous capables, progressivement, d'inciter à contrôler collectivement la manière dont les bâtiments sont définis, optimisés et construits de façon à ce qu'aux bons moments, nous ayons les bonnes simulations, que nous ayons des évaluations fiables pour garantir le résultat final au-delà de l'aspect réglementaire au juste prix et au juste coût ?

Un constat : le tout numérique est loin d'être exploité dans le secteur du bâtiment de manière optimale. Or il est évident qu'il apporte des gains de productivité, des bénéfices en matière de communication et d'interaction, si son utilisation est bien maîtrisée et est accompagnée de méthodes de management, de compétences métiers et d'une volonté de travail en équipe efficaces.

Pour certains Le BIM cristallise les craintes, pour les autres il devient le symbole de l'efficacité opérationnelle et de la performance, un véritable levier de la transformation des organisations et des usages.



Face à cette rupture technologique qui suppose une forte capacité d'adaptation, les acteurs de la Construction se trouvent à la croisée de deux options dans l'exercice de leurs métiers :

- poursuivre leurs méthodes traditionnelles sans la moindre remise en question (arguant que c'est trop tôt, pas obligatoire, une contrainte supplémentaire qui s'ajoute à l'inflation des réglementations et des procédures, etc...), ou bien
- adhérer et s'engager dans une transformation idéalement décrite comme porteuse de nouvelles pratiques et d'enjeux renouvelés (automatiser les tâches récurrentes pour se focaliser sur les tâches à valeur ajoutée).

Toutes les phases d'une opération BIM impliquent l'atteinte de différents objectifs :

- répondre aux attentes du Maître d'Ouvrage (mesurer les coûts tout en garantissant une qualité architecturale, respect du programme et matrice des risques).
- réduire les modifications tardives de conception avant que ne commence le chantier en détectant les conflits (« clash detection ») et en améliorant la coordination.
- prévoir les moyens qui permettront de développer les systèmes d'auto contrôle.
- préparer les données pour faciliter la maintenance et l'exploitation du bâtiment dans les meilleures conditions.

Chaque professionnel, dans son domaine d'expertise (rôle et métier) doit savoir comment et quand intervenir dans un esprit collaboratif, tout en restant à l'écoute des attentes des autres. À chaque phase du projet de construction, sera générée une représentation simulée du bâtiment la plus exacte possible (Tel Que Conçu) du bâtiment final (que nous appellerons le "clone virtuel du bâtiment", puis finalement nommé « modèle TQC » "maquette numérique Telle Que Construit") pour garantir en ingénierie concourante, un résultat final gagnant-gagnant.

Tous les intervenants à l'acte de construire ont des rôles distincts et donc peuvent avoir des besoins ou des intérêts tout aussi différents. La façon d'appréhender le projet, la maîtrise des outils, les responsabilités et les avantages du BIM ne sont pas identiques en fonction du cadre contractuel et du montage de l'opération.

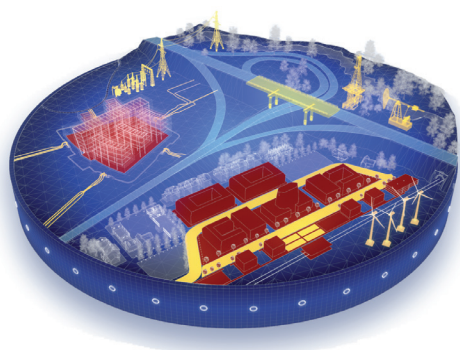
Dans la pratique nous avons constaté que les processus BIM varient subtilement (outre la compétence d'usage des intervenants) selon la nature du montage contractuel qui modifie les enjeux de chacun :

- Tripolaire : Loi MOP (MOA / MOE / Entreprise) du 12/07/1985, Ordonnance du 6/06/2005, décrets du 17/12/2008, 29/11/1993 et 25/08/2011, organisée par missions (ESQ, APS, APD, PRO, ACT, VISA, DET, AOR) et complémentaire (OPC et EXE). Conception / Réalisation « Design & Build » (article 37, article 41-1 du décret n° 2005-1742 du 30 décembre 2005)
- Marchés Publics Globaux de Performance (article 73 successeurs des C.R.E.M. Conception Réalisation Entretien Maintenance et R.E.M.) proposent une approche globale du projet pour satisfaire des objectifs chiffrés de performances énergétiques.
- Contrat de Promotion Immobilière (CPI)
- Vente en l'état futur d'achèvement (VEFA)
- Partenariat Public Privé (PPP), forme particulière de FM qui associe un Client du secteur public et un prestataire du secteur privé (qui finance, construit, exploite et assure l'ensemble des prestations de services et d'entretien de l'ouvrage dans le cadre d'une concession, cf. ordonnance du 23 juillet 2015). Ou encore les Contrats de partenariat (CP), Contrats de performance énergétique (CPE), Bail Emphytéotique Administratif (BEA, DSP, etc...)

Nous allons à présent faire un focus sur les métiers important dans ce processus et à l'aide de notre méthode de questionnement, voir quels sont les enjeux et les étapes de leurs évolutions pour correspondre à la vision du BIM

Nous utiliserons la même séquence de questions : "Qui fait quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ? Pour quoi ? ", pas nécessairement dans le même ordre selon l'étape en cours dans le projet de construction.





UN PROJET DE CONSTRUCTION DE BÂTIMENT : DÉROULEMENT ?

Prenons un exemple de projet de construction d'un bâtiment où nous ferons intervenir une personne par métier, pour simplifier et mettre en évidence, les enjeux, les compétences et les besoins les plus importants dans la ligne de temps d'un projet de construction. Pour chaque professionnel, nous allons rassembler sur une personne (par exemple l'Architecte), toutes les compétences de son activité, les engagements et les responsabilités qui lui incombent. Il sera ensuite plus aisé de visualiser les enjeux et les responsabilités quand nous remplacerons le professionnel (l'Architecte) par un autre acteur.

Dans un cadre managérial pas toujours très défini il est capital de préciser quelles seront les limites de responsabilité en tant que BIM Manager (une notion systématiquement présente quand on parle de BIM).

L'Architecte qui représente l'agence d'Architecture ou l'Ingénieur qui représente le Bureau d'études techniques va partager la réalisation des résultats escomptés avec d'autres collaborateurs et/ou partenaires, dans son engagement tout en étant le responsable.

Nous recherchons la situation idéale pour construire à coup sûr un bâtiment écologique et non énergivore, en posant des questions et en suggérant des questions à se poser aux acteurs en présence.

CONTEXTE DE L'EXEMPLE ET PROBLÉMATIQUE

Prenons l'exemple d'un Maître d'Ouvrage (de profil foncière) qui veut construire un ensemble de logements sur un terrain de 3000 m². Le client dispose d'un budget et a des attentes précises par rapport au bâtiment qu'il veut faire construire. Son objectif global, dans un premier temps, est d'être certain de pouvoir réaliser son projet et d'obtenir in fine un bâtiment qu'il pourra exploiter (suivi de cet actif et de sa mise en valeur).

Que va-t-il se passer à partir de ce moment jusqu'à l'exploitation du bâtiment fini ?

Les différentes étapes et phases du projet :

- Réaliser le cahier des charges outil de pilotage du processus
- Vérifier la faisabilité du projet de construction
- Réaliser l'étude de l'avant-projet du bâtiment qui formalise notamment en exigences opérationnelles les objectifs stratégiques du Maître d'Ouvrage
- Constituer l'équipe projet
- Demander et obtenir le permis de construire
- Réaliser les appels d'offre des travaux de construction, choisir les entreprises (critères qualitatifs et financiers)
- Diriger les travaux de construction
- Livrer et exploiter le bâtiment ou transmettre la gestion à un partenaire multi technique ou multiservice (maintenance technique, travaux, gestion des énergies et contrôles réglementaires, et autres usages analytiques de la Data).

1^{re} ÉTAPE

RÉALISER LE CAHIER DES CHARGES ET VÉRIFIER LA FAISABILITÉ DU PROJET DE CONSTRUCTION

LA PROBLÉMATIQUE

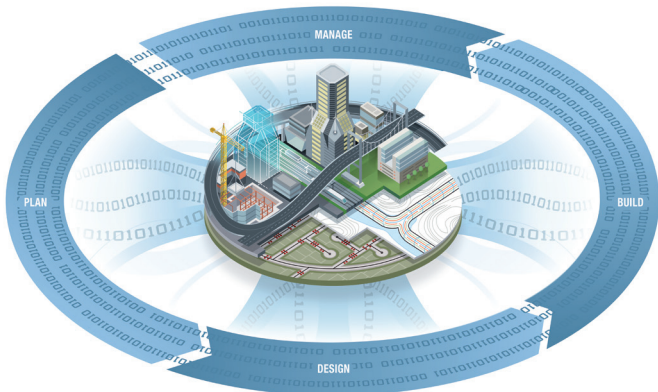
Notre Client s'adresse à un spécialiste de la programmation : ce professionnel va élaborer et rédiger un programme, le cahier des charges de la future construction. Pour l'instant peu de « programmistes » sont réellement capables de lier leurs données avec les modèles 3D en projection d'une exploitation. Le client toutefois souhaite pouvoir visualiser la traduction des besoins (contexte et exigences spécifiques), anticiper les usages, puis évaluer s'il a la capacité de construire son bâtiment dans un délai acceptable pour ensuite l'exploiter.

Le Spécialiste va mettre en rapport les besoins exprimés du projet et les finances du client, en s'appuyant notamment sur les données de prix au m² et donner ainsi une estimation au plus juste en termes d'espaces et des fonctions de ces espaces. Toutefois selon la ville ou la commune il va s'appuyer sur le plan local d'urbanisme (PLU et son contexte réglementaire) pour savoir quelle est la surface du terrain et sa viabilité constructive (volume capable).

LE(S) RÉSULTAT(S) ESComptÉ(s)

Il s'agit de définir prioritairement ce que l'on veut faire et avec quelles données et comment les organiser préalablement. Le document du programme est l'un des documents de référence : un cahier des charges qui décrit le coût au m², le nombre de logements, la disposition de certains espaces, les volumes, le type de dessertes, le ratio entre les types de logements et les aménagements extérieurs que sont les jardins, les parkings, les circulations... et des performances (énergétique, thermique, acoustique, structurel etc...). Il faut dès cette étape préciser les exigences fonctionnelles, de confort et de sécurité et les besoins et contraintes, ainsi que les coûts pesant sur l'exploitation-maintenance.

L'Architecte met en rapport, le budget, le programme et les réalités physiques du terrain. Il en ressort une faisabilité réelle et objective (compromis ou options envisagées sous l'angle des coûts différés recensant les objectifs d'exploitation maintenance).



BIM OU PAS TOUT À FAIT BIM ?

Dans cette rubrique, à chaque phase, nous exposerons les facteurs importants de valeur ajoutée et de réussite à l'aide de différentes interrogations.

Vérifier la pertinence des objectifs recherchés en termes de valeur ajoutée dans les outils et les processus ?

- On utilise le scanner laser 3D pour acquérir des nuages de points qui seront consolidés puis modélisés sous la forme d'une maquette 3D géo positionnée.
- Géo localiser : une étape cruciale pour partager un même positionnement du projet et synchroniser les différentes maquettes des intervenants (altitude, orientation, localisation sur site, parcelle...). La géolocalisation permet le calcul précis (à une date ou une heure donnée) de l'ensoleillement et des ombres (héliodon) et des masques solaires (relief, bâtiments voisins, végétation...).
- Il est essentiel de définir le périmètre de la mission, la nature des prestations, le niveau de performance souhaité en fonction des contraintes et conditions du marché. Les besoins sont confrontés aux contraintes physiques et réelles du site de construction. Le coût de la construction n'est plus le même si le terrain a des contraintes d'accessibilité, nécessite des fon-

dations spéciales ou s'avère pentu alors qu'il était présumé plat... etc. Le modèle doit permettre de vérifier les exigences du Maître d'ouvrage (environnement, programme, sites, volumes, surfaces, coûts...). Il est utile de « modéliser » l'environnement et de préciser les aménagements paysagers.

- On doit repérer les locaux au sein du bâtiment en les décomposant par fonction et par localisation (étages, locaux, façades, toiture). La distinction et l'identification des zones (unités spatiales du projet, pièces,...) sont particulièrement utiles pour les études thermiques et fluides.
- Dans la charte BIM on définit la ségrégation des modèles qui distingue le modèle Architectural du modèle Structure (fondations, poteaux, poutres,...), et des modèles techniques (thermique, acoustique, ...). Chaque représentation géométrique 3D (volumes et positionnement) dispose de niveaux de développement (LOD) et de représentations graphiques adaptées aux phases et aux disciplines. Il faut préciser les objets paramétriques ou non et leurs attributs (texture, couleur, matière, statut depuis la date de création, niveau de détail...). La préparation de cette gestion des données est fondamentale et intègre notamment : le versionning, les variantes, les statuts de validation et toutes les propriétés spatialement repérables et filtrables (par locaux, attributs des objets, des systèmes, ...) ainsi que leurs relations pour préparer les liens et permettre les échanges et l'enrichissement de l'Information.
- Générer des variantes permettant les comparaisons et arbitrer, la prise en compte des simulations est déjà en soi un facteur d'innovation. Simuler : Pré-visualiser les règles et les comportements, analyses, calculs,
- Planifier

L'importance de la prise en compte de l'Exploitation et de la Maintenance dans le programme est capitale : en l'absence d'indications portées par le Maître d'Ouvrage concernant l'Exploitation Maintenance dans le programme, la Maîtrise d'Œuvre doit pouvoir proposer d'emblée les dispositions opportunes (fiabilité, maintenabilité, disponibilité, durabilité).

Selon la Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 « Le maître de l'ouvrage définit dans le programme les objectifs de l'opération et les besoins qu'elle doit satisfaire ainsi que les contraintes et exigences de qualité sociale, urbanistique, architecturale, fonctionnelle, technique et économique, d'insertion dans le paysage et de protection de l'environnement, relatives à la réalisation et à l'utilisation de l'ouvrage. » Il est nécessaire de produire des objectifs chiffrés pour éclairer les décisions, à cet égard la « maquette économique » du projet devient déterminante pour prendre les bonnes décisions.

- Il est nécessaire de fédérer en amont tous les acteurs du projet autour d'un schéma directeur commun : si dès le départ est mise en place une base de données cooptée par les acteurs du projet, il sera plus aisé ultérieurement d'en extraire sélectivement une information, de la partager ou de l'exploiter à chaque phase du projet pour prendre les bonnes décisions.
- Renforcer les dispositifs de contrôle et d'anticipation : la maquette numérique modélisée en 3D permet de réaliser des variantes et de multiples simulations. Ce flux de travail « Workflow » doit être préparé et optimisé. La nécessité d'obtenir un bâtiment écologique avec une maîtrise de la consommation énergétique devient l'une des priorités du client-Maître d'ouvrage (facteur-clé dans son engagement tout au long du projet avec à minima la conformité réglementaire).

- Concertation et communication. Une matrice des rôles et des responsabilités sera établie.

L'Architecte réalise la synthèse des exigences pratiques et programmatiques et allie à l'art de concevoir, d'organiser et de dimensionner les espaces tout en leur conférant une qualité (durabilité des matériaux, facilité d'entretien). Il utilisera des gabarits et des tables de nomenclature pour extraire et produire plus rapidement les informations attendues.

2^e ÉTAPE RÉALISER L'ÉTUDE DE L'AVANT-PROJET DU BÂTIMENT

LA PROBLÉMATIQUE

La deuxième naissance du projet de construction après l'établissement du cahier des charges : l'Architecte va mettre en forme les idées du Client avec ses conseils : représenter le futur bâtiment dans toutes ses dimensions et avec la collaboration d'autres professionnels aux compétences spécifiques afin de garantir le meilleur résultat possible selon à minima des trois critères standards de délais, de coûts et de qualité.

LE(S) RÉSULTAT(S) ESComptÉ(s)

L'Architecte, tout en ayant en ligne de mire l'adaptation aux coûts et au budget de la proposition, va travailler à mettre en forme le futur bâtiment : définir les différentes pièces et les logements à partir du programme et l'adaptation aux réalités du site et du terrain. Il en ressort une faisabilité réelle et objective, précisant les dimensionnements (structure, fondations, ...), le choix des matériaux et les propositions de mise en œuvre, les installations techniques et les procédés constructifs, l'impact des choix énergétiques fondamentaux sur les coûts et sur l'environnement

Les résultats sont des documents qui traduisent cette formalisation : une description sommaire des ouvrages et matériaux, les surfaces de pièces et les aménagements, l'adéquation de l'ensemble au budget, des plans de tous les niveaux, des coupes, des livrables selon la mission ...

Et c'est à partir de cette étape où le client accepte le résultat simulé que tous les éléments classiques d'un projet peuvent se mettre en place : l'Architecte sait déjà à quel moment va se terminer la construction du bâtiment hormis des délais administratifs non anticipés, des erreurs humaines ou les aléas climatiques. Il saura concilier les objectifs commerciaux de son client aux impératifs écologiques globaux et contraintes de délais.

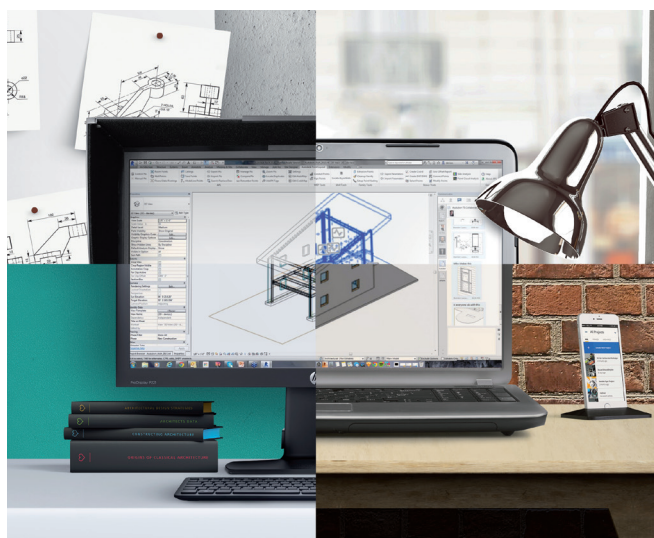
Les obligations en APD selon le Décret 93-1268. Art.13. II. c & l'Arrêté Annexe I. 2. b. 8e alinéa : « (...) permettre au maître de l'ouvrage d'arrêter définitivement (...) certains choix d'équipements en fonction des coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance » (maintenabilité, économies de consommation, durabilité des matériaux et fiabilité des installations techniques).

BIM OU PAS TOUT À FAIT BIM ?

Pouvons-nous utiliser la simulation numérique 3D pour affiner le résultat escompté ?

Oui ! Et la maquette numérique en 3D devient un des résultats attendus pour une simulation numérique permanente et efficace :

- Dès les premières intentions architecturales, elles sont mises en volumes et renseignées de manière à ce que l'Architecte puisse travailler avec l'Ingénieur Structures, l'Ingénieur Fluides, l'Ingénieur de l'étude du sol, l'Ingénieur acousticien, l'économiste du bâtiment...
- Les maquettes numériques en 3D disposent d'un format d'échange standard international (ISO 16739) nommé IFC (Industry Foundation Classes) permettant une interopérabilité des échanges (la version la plus aboutie est l'IFC4.1 une version 5 est déjà en préparation à l'initiative de Building SMART pour 2018).
- Toutes les réponses et les validations sont portées sur ce clone virtuel du futur bâtiment
- Tester les cohérences d'intégration et les conformités.
- L'étude des coûts se précise notamment au travers d'une double approche par macro-ouvrages et par typologie de locaux.



Que pourrions-nous réaliser pour augmenter la vitesse de réalisation sans altérer la qualité du travail et du résultat escompté ?

- Tous les professionnels doivent posséder des logiciels de leurs métiers qui sont capables d'exploiter et produire des documents au format standard IFC. En parallèle la production de fichiers au format PDF permet avec différents utilitaires de comparer et commenter les différentes versions archivées.
- Les différents interlocuteurs doivent avoir confiance dans les documents qu'ils reçoivent des autres au format IFC ou autres : lorsque la maîtrise de l'utilisation des logiciels est insuffisante, non seulement le résultat obtenu n'est pas conforme, mais la base de données virtuelle qui constitue le clone numérique du Bâtiment peut, lorsqu'elle est interrogée informatiquement, renvoyer des résultats erronés. Ceci peu saper la confiance et par voie de conséquence augmenter les délais de traitement et, mécaniquement le coût du projet de construction.

3^e ÉTAPE DEMANDER LE PERMIS DE CONSTRUIRE

LA PROBLÉMATIQUE

L'objectif est d'affiner un peu plus le projet pour être en phase avec le bâtiment final et réussir toutes les prévisions en termes de qualité d'exécution, de prix et de délais. Cette phase est vraiment celle de l'engagement pour l'Architecte et pour le client-maître d'ouvrage : elle se fera sur les estimations approfondies de cette étape. « (...) permettre au maître de l'ouvrage (...) d'estimer les coûts de son exploitation » selon le Décret 93-1268. Art.5.

LE(S) RÉSULTAT(S) ESCOMPTÉ(S)

Dans cette partie, l'avant-projet est affiné plus finement pour aboutir à une meilleure maîtrise de l'investissement et de la qualité d'usage: les quantités de tous les différents corps d'état vont être validées, les prix également... L'état d'avancement du projet permettra non seulement la demande du Permis de Construire, mais aussi de préparer l'étape suivante : réaliser des appels d'offres pour la construction de chaque groupe d'éléments constructifs du futur bâtiment et également amorcer la préparation des plans de vente. En 2016, à Bussy-Saint-Georges un permis de construire numérique a été déposé pour la réalisation d'un programme résidentiel de 109 logements (Emmaüs Habitat – EPA MARNE – F. Pelegrin). Ce n'est que l'une des étapes naturelle de l'évolution de la dématérialisation.

BIM OU PAS TOUT À FAIT BIM ?

Pouvons-nous utiliser la simulation numérique 3D pour affiner le résultat escompté ?

Oui !

- Il est impératif que l'Architecte, l'Ingénieur, l'Économiste... que chaque professionnel puisse travailler sur le même clone virtuel du futur bâtiment.
- Combien de versions de la maquette numérique 3D du projet ?
- Volume juridique capable, gestion des interférences (géométriques et fonctionnelles)
- Les outils natifs des éditeurs ou des utilitaires compatibles IFC permettent progressivement un contrôle de la conformité des règles de conception ou des exigences réglementaires (mission solidité, sécurité des personnes, accessibilité handicapés, Coordination SPS, performance énergétique, acoustique, etc...).
- La maquette 3D du projet doit, à chaque phase, intégrer les avancées et les modifications : à quel(s) moment(s) cela sera-t-il vérifié et approuvé ?
- Il est envisageable que l'administration puisse généraliser une procédure accélérée pour la délivrance des actes administratifs (dont le permis de construire), la maquette numérique rendant les vérifications plus faciles et plus fiables (vérifier le respect du PLU crée la confiance).

Que leurs différents logiciels-métiers soient du même éditeur de logiciels, ou qu'ils soient différents, la maîtrise des logiciels est essentielle : il faut construire virtuellement ce qui sera au niveau de détail souhaité. Toutefois l'élément décisif sera la manière donc les professionnels se concertent et réalisent ce qui est prévu : bien s'organiser pour ensemble, aller plus loin et livrer une Information structurée.

En interaction avec l'Architecte, les bureaux d'études techniques, par leur intervention dès la phase de la conception jouent un rôle privilégié pour mettre en place un « commissionnement » efficace des installations techniques (mise au point du cahier des charges fonctionnel et des exigences de performance et des critères d'exploitation-maintenance, respect de la réglementation, etc...).

- La qualité d'exécution de la maquette numérique en 3D prime aussi car si elle est absente, elle peut générer des erreurs de restitution et altérer la confiance.
- La maquette numérique 3D est aux confins de plusieurs activités ou métiers qui sont simultanément impactés :
 - le dessin du bâtiment,
 - la quantification des ouvrages,
 - la représentation finale du projet et
 - la communication (plans de vente, images de synthèse, visite virtuelle, réalité augmentée...). Les technologies de réalité virtuelle, la production d'animations et d'images de synthèse (support de la communication interne ou externe) révolutionnent chaque jour les flux de production professionnels.

4^e ÉTAPE RÉALISER LES APPELS D'OFFRE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION

LA PROBLÉMATIQUE

L'Architecte va lancer des appels d'offres pour les travaux de construction et effectuer avec tous les intervenants les derniers cadrages techniques et financiers du projet de construction. La mise en concurrence est l'occasion d'inviter les entreprises à proposer des variantes optimisant également l'exploitation-maintenance (par critères de valeur technique, de coût d'utilisation et de « service après-vente »).

LE(S) RÉSULTAT(S) ESCOMPTÉ(S)

Gestion administrative des futurs travaux : les marchés se réalisent selon les quantités et les prix de la phase d'engagement avec 5 % de marge selon le cadre légal.

BIM OU PAS TOUT À FAIT BIM ?

Pouvons-nous utiliser la simulation numérique 3D pour affiner le résultat escompté ?

- Environnement, volumes, encombrement, matériaux, tracés et implantations,
- Métrés et quantités (5D : coûts), fiches locaux
- Détection d'interférences par métier (ségrégation des modèles 3D structurés par éléments de métier)

- Planification (4D : temps) et phasage des séquences de réalisation (cinématique de la construction)
- Annotations, Approbations et Validation, Levées de Réserves.



Que pourrions-nous réaliser pour augmenter la vitesse de réalisation sans altérer la qualité du travail et du résultat escompté ?

- Unifier le cadre de consultation des « datas » entre tous les acteurs
- Consulter les entreprises en lots séparés (et en préparant les quantités exactes). La simulation numérique est utilisée pour affiner les quantités de matériaux et donc le coût global du projet. Elle est un élément capital de mesure et d'ajustement. L'ordonnance n° 2015-899 du 23 juillet 2015 relative aux marchés publics a étendu le principe de l'allotissement à l'ensemble des acheteurs soumis aux règles de la commande publique (hors MPG). Il est désormais possible de relier à la maquette les informations descriptives (générer les CCTP et DPGF « Décomposition du Prix Global Forfaitaire »), mais aussi les quantités (DQE) décomposables par corps d'état et par localisation. La tendance chez de nombreux Maîtres d'Ouvrage est désormais d'exiger la production des quantités ventilées par corps d'état et par phase. Souvent hébergé sur une plateforme, le cadre de bordereau ou DPGF sera proposé à tous les acteurs en liaison avec les identifiants des objets associés aux locaux du projet.
- Économiser du temps sur la production des métrés (affiner avec l'économiste les coûts en fonction des quantités et des prestations attendues) et éclairer les prises de décision
- Projection / prévision des mises en fabrication en amont vers les entreprises
- Optimiser simultanément avec l'entreprise les dimensionnements et les modes constructifs
- Analyser qualitativement et quantitativement l'exploitation – maintenance, et obtenir les éléments utiles à l'estimation du budget prévisionnel d'exploitation – maintenance

5^e ÉTAPE DIRIGER LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION, BIM EXECUTION

LA PROBLÉMATIQUE

Le BIM Conception qui définit le projet à construire se transforme en BIM EXECUTION. Il s'agit à cette étape de préparer et de réaliser la coordination des travaux de construction pour tenir les délais tout en gérant les aléas du chantier.

LE(S) RÉSULTAT(S) ESCOMPTÉ(S)

- Organiser le suivi et l'avancement des travaux par corps d'état ou par lots tout en contrôlant les coûts et la qualité d'exécution (extraction des tâches quotidiennes à réaliser et leurs modes opératoires et des dispositifs de sécurité associés).
- Accompagner les pré-contrôles, les levées de réserves et la réception du chantier. L'entreprise garante de la constructibilité dispose désormais de moyens d'études, de synthèse, de coordination de pilotage et d'exécution qui lui permettent d'assurer la garantie de conformité aux prescriptions contractuelles et la réduction des aléas.
- Le BIM Exécution produit des données qui alimentent la cellule de synthèse.
- Évaluer l'incidence sur la Prise en Compte de l'Exploitation et de la Maintenance (PCEM) lors de toute décision

BIM OU PAS TOUT À FAIT BIM ?

Pouvons-nous utiliser la simulation numérique 3D pour affiner le résultat escompté ?

Chaque modification apportée au projet fait l'objet d'un document graphique. Ces modifications vont être répercutées sur le clone virtuel du bâtiment et permettront la production d'un support numérique organisé.

Cette phase prépare celle de l'exploitation du bâtiment et faire correspondre la maquette numérique 3D du projet à ce qui est construit est l'élément le plus important après le triptyque délais, coût, qualité.

- Qui va s'occuper de la mise en conformité de la maquette numérique 3D à chaque modification du projet ?
- Comment contrôler cela et quand ?
- La rétribution de ces activités complémentaires est-elle prévue dans le budget initial ?
- Jusqu'à quel niveau de détail le clone virtuel du bâtiment doit-il être restitué ?
- La maquette valorisée par les données est-elle rémunérée ?

Que pourrions-nous réaliser pour augmenter la vitesse de réalisation sans altérer la qualité du travail et du résultat escompté ?

La question se pose et elle est liée à la précédente : pour chaque professionnel individuellement et pour toute l'équipe également :

- Simuler l'avancement (planning lié au 3D)
- Aider à la mise en œuvre
- Respecter les prescriptions, limiter les malfaçons et augmenter la sécurité sur le chantier
- Préparer les contrôles et contrôler (photos et scannérisation 3D du chantier) la maquette « Tel Que Conçu » dont le récolement permet d'en faire passer le statut à « Tel Que Construit ».
- Support de pilotage en contrôlant les dispositions prévues au titre de l'hygiène, de la sécurité et de la santé des travailleurs
- Préparer le DOE numérique enrichi (matériaux et matériels, durée ...) pour obtenir les éléments utiles à l'estimation du budget prévisionnel d'exploitation-maintenance
- Respecter les conformités, réaliser les PV, assurer la traçabilité des installations techniques (réaliser les comptes rendus de chantiers ou incidents),
- Réceptionner en chaînant les contrôles de réception des ouvrages et les levées de réserves (CCTP).
- Optimiser à cette étape les connexions avec les outils de GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) et de GTB (Gestion Technique du Bâtiment), une étape essentielle pour passer de la maquette numérique d'exécution (EXE) à celle de l'exploitation (FM).

6^e ÉTAPE LIVRER ET EXPLOITER LE BÂTIMENT

LA PROBLÉMATIQUE

Livrer au client-maître d'ouvrage son bâtiment terminé avec une version à jour du clone virtuel de son bâtiment :

- Bijektivité des Imports - Exports

- Donner un accès à toutes les données fiables et à jour (via tous critères de recherche), générer les tableaux de synthèse.
- Accessibilité, sécurité et confidentialité de l'Information
- Granulométrie de l'Information selon les intervenants
- Pérennité (conservation, traçabilité, mises à jour) des informations

LE(S) RÉSULTAT(S) ESCOMPTÉ(S)

Le bâtiment livré l'est en même temps que la maquette virtuelle 3D du bâtiment qui correspond à ce qui a vraiment été construit : la maquette 3D fait partie du Dossier des Ouvrages Exécutés.

Il faut constituer le dossier des ouvrages exécutés nécessaires à l'exploitation à partir des **plans conformes à l'exécution** (remis par l'entrepreneur), des plans de récolement ainsi que des **notices de fonctionnement** et des **prescriptions de maintenance des fournisseurs** d'éléments d'équipement mis en œuvre. » :

- Parfait achèvement, garanties, exploitation...
- Valorisation du potentiel des actifs immobiliers
- Maîtrise des énergies et des dépenses de fonctionnement
- Prévoir éventuellement les bonus de performance (bâtiments « verts » ou certifiés)
- Un bâtiment intelligent et connecté (diffusant de l'information via des capteurs à son environnement)
- Réhabiliter ou démolir et lancer un autre projet de construction.

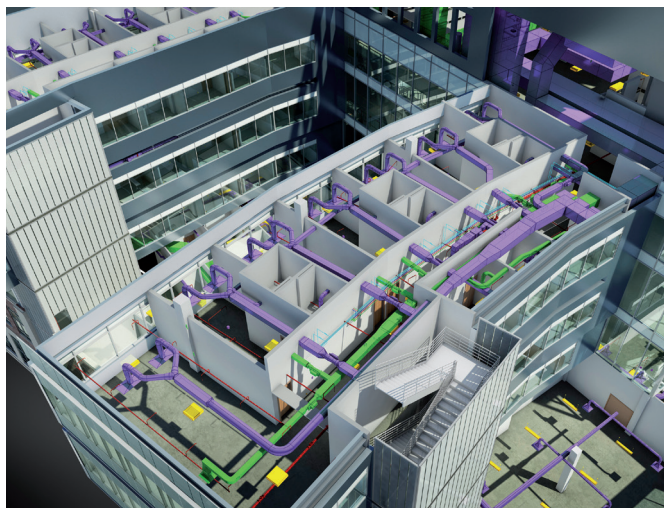
BIM OU PAS TOUT À FAIT BIM ?

Pouvons-nous utiliser la simulation numérique 3D pour affiner le résultat escompté ?

Pendant la période de garantie de parfait achèvement, tous les



travaux réalisés seront répercutés sur le clone virtuel du bâtiment. Convergence des obligations réglementaires, annexe environnementale et DIUO (Dossier d'Intervention Ulérieure sur Ouvrage) seront remis à la réception et établi par le coordonnateur SPS. L'OPOL (Opération préalable à l'occupation des lieux) et le DUEM (Cadre du Dossier d'Utilisation, d'Exploitation et de Maintenance établi à partir du DOE) contiendra les recommandations pratiques pour la conduite des installations par les futurs intervenants techniques (fiches pratiques).



Le modèle 3D représente l'ouvrage exécuté mis en place depuis le GABARIT BIM et les données issues du DOE numérique.

Le modèle permet la production des **FICHES LOCAUX** et des **FICHES RECAPITULATIVES** des éléments de définition de la construction (en surface et en pourcentage, Clos,-couvert, Équipements structuraux, Équipements Techniques, Aménagements extérieurs, etc...), **FICHES de MAINTENANCE** (liaison MEP et Maintenance). Ces dernières Informations liées notamment à la maquette numérique MEP (génie climatique) constituent des outils indispensables au gestionnaire dans la conduite de ses interventions futures et du processus de maintenance et d'exploitation du bâtiment.

Attention il est nécessaire de maintenir à jour la documentation au même titre que les équipements :

Les fichiers destinés à évoluer comme les plans, les schémas peuvent être demandés sous un format 3D. La simple numérisation de **la documentation numérique** associée n'est pas pour autant une garantie de bonne organisation des fichiers, elle doit être **accessible et filtrable par critères**. En résumé elle doit être **structurée, traçable et pérenne** (il est souvent en sus de l'IFC 4 généré un archivage intemporel de type PDF, et également vivement conseillé de disposer du fichier natif généré par le modèleur 3D.

CONCLUSION

Nous recherchons la situation idéale pour construire à coup sûr un bâtiment écologique et non énergivore, en posant des questions et en suggérant des questions à poser aux acteurs en présence.

La situation idéale c'est de réunir les bonnes compétences et s'organiser en amont pour que tout se déroule sans anicroches en utilisant de façon collaborative tous les outils numériques et leurs possibilités de simulation.

Le Client- Maître d'Ouvrage, l'Architecte, l'Ingénieur « structure », l'Ingénieur étude de sol, l'Ingénieur Fluides, l'Économiste du bâtiment, l'Artisan couvreur, le Maçon... et tous ceux que nous ne pouvons citer doivent s'inscrire dans cette recherche de la situation idéale qui intègre la simulation numérique. Un équilibre contractuel, relationnel, organisationnel et financier subtil à atteindre.

La question à se poser pour chacun :

- Où suis-je et qu'est-ce que j'ai déjà comme atouts ?
- Que me manque-t-il ?
- Comment y remédier ?

Notre objectif au départ de ce projet exemple, était de décrire les enjeux et de souligner les facteurs clés de réussite en prenant une personne par corps de métiers.

À présent, il vous faut remplacer chaque professionnel cité en exemple dans le projet de construction d'un ensemble de logements par une entreprise ou une organisation avec pour ambition de conserver le même niveau d'engagement, le même niveau de compétences et surtout la même solidarité en direction de la réalisation de l'objectif final : un bâtiment écologique pérenne livré au juste temps et au juste prix.





BIM : ÉVOLUTION, RÉVOLUTION OU TRANSFORMATION ?

C'est l'une des questions que vous vous poserez après avoir lu ce document. Chacun se la pose et chacun se situera selon son expérience, sa perception et ses compétences. Pour nous, elles ne sont pas en opposition, quelle que soit votre réponse, votre réponse sera "bonne". Cela signifiera que le plus important est réalisé : vous êtes en mouvement, vers un but, celui du BIM, celui de votre vision du BIM

Où vous situez-vous et quels sont ou seront les facteurs de réussite pour vous ? Nous en avons sélectionné quelques-uns et les avons classés en trois grandes catégories : l'environnement, les ressources matérielles et les Hommes.

Vous pourrez les compléter ou les amender... avant de vous poser la question qui va vous permettre de planifier votre évolution, votre révolution ou votre transformation : quelles capacités développer pour influencer sur ces facteurs de réussite ?

LES FACTEURS DE RÉUSSITE

L'ENVIRONNEMENT

Notre société est entrée dans l'ère du numérique, les innovations combinées entre elles (médias sociaux, mobilité, Cloud, Scan 3D, ordinateurs, impression 3D) donnent accès à une multitude d'outils qui permettent d'augmenter la productivité et transforment les comportements.

La liste des solutions s'allonge : les objets connectés, les flashs codes ou QR codes, les puces RFID, les plateformes collaboratives, les tablettes interactives, la 5G, les drones, les progiciels de gestion intégrés, les outils de réalité augmentée et de 3D temps réel, etc... Au cours de la vie du projet de construction ou à certaines phases, ces outils vont être particulièrement utiles ; cependant, ils doivent être pensés et utilisés dans une vision proactive et globale initiale.

Très souvent les innovations arrivent et l'on nous dit comment les utiliser. Nous pensons qu'il faut voir et penser au-delà de cette première utilisation. L'innovation se fera aussi et surtout par l'usage et l'utilisation. Il nous faut nous interroger sur les manques ou besoins que nous avons dans notre métier :

- des besoins que nous n'avons jamais eu le temps de lister ou de nous en occuper,
- des besoins que nous n'avons pas identifiés,
- prendre du recul pour les identifier

Est-ce que ces "outils technologiques" ou des combinaisons de ces outils peuvent nous aider à subvenir à nos besoins professionnels ? Comment profiter de ces opportunités technologiques en fonction de la stratégie BIM mise en œuvre et comment les valoriser vis-à-vis de nos Clients ?

LES RESSOURCES MATÉRIELLES

Les ressources matérielles liées à ces changements de notre environnement sont nombreuses, toutefois nous allons nous concentrer sur celles que nous nous devons de maîtriser en tant qu'utilisateurs :

- Les logiciels
 - Les logiciels-métiers et les matériels permettant de les exploiter
 - Les outils numériques et les plateformes collaboratives constituent l'intermédiation entre l'humain et le bâtiment

LES HOMMES

Le premier facteur-clé de réussite, ce sont les hommes et les femmes qui réalisent et qui utilisent.

Nous devons prendre en compte :

- l'obligation de résultat selon la vision du BIM initiée
- la responsabilité du professionnel (Architecte, Ingénieur, Constructeur,...)
- quelle (s) responsabilité (s) quand il y a multiplicité des interlocuteurs et des maquettes ?
- qui est le Manager BIM ?
- un BIM Manager par projet de construction ?
- un BIM Manager par entreprise ou organisation ?
- plusieurs BIM Manager par entreprise ou organisation ?
- quel est le levier le plus influent pour garantir le résultat final ?
- les données appartiennent au projet ou à celui qui les a produites, ...etc.

LES NOUVELLES CAPACITÉS À DÉVELOPPER

Le BIM MANAGER, identifie les besoins de chaque métier et sélectionne les cas d'usages, ensuite il harmonise les contraintes afin de les intégrer dans le Plan d'Exécution (planification des mises à jour) et la convention BIM (planning, mode constructif, contraintes réglementaires, emprise chantier, etc...). En vue d'aboutir à une maquette unique et coordonnée, il définit le rôle de chacun et décrit les données à produire (plans, fiches techniques détaillées, fabricants, fournisseurs, vues métier, livrables, etc...). Assurant le cadre de la coordination technique de l'utilisation des différents formats (selon les logiciels) et de l'interface entre les maquettes développées par spécialité. Il doit savoir identifier ce que l'on peut faire ou réaliser et ensuite être en mesure de le faire et de faciliter les échanges entre les différents outils et moyens de collaboration informatique (serveur, plateforme collaborative...). Il doit se former en conséquence et continuer à développer ses capacités vis-à-vis de chaque discipline. L'écosystème est en mouvement, le « savoir » sera « pouvoir » et le BIM MANAGER en fonction de l'échelle des projets ne peut pas parfois tout gérer, il s'appuie donc fréquemment sur le BIM COORDINATEUR de chaque structure pour les tâches de gestion (flux et besoins) et de coordination (mise en place des réunions, transmission et vérification des différents modèles et de leur statut, détection des conflits) dans le respect du protocole BIM. Garant de la qualité de la maquette numérique, il s'assure de l'interopérabilité des différents modèles et supervise dans les structures importantes la cellule composée de différents modélisateurs « BIM MODELEURS ».

Le BIM MODELEUR est l'opérateur qui assure concrètement la modélisation 3D dans le respect des gabarits et des standards définis par le BIM MANAGER et sous la supervision du BIM Coordinateur. Maîtrisant parfaitement le logiciel de modélisation, il travaille pour l'Architecte, le bureau d'études techniques, l'entreprise ou parfois les industriels (pour le compte desquels il constitue des catalogues d'objets paramétriques).

Le plus important n'est plus seulement de savoir exactement ce que nous avons à réaliser, mais également de savoir quelle est notre place dans la ligne de temps du projet de construction, de pouvoir recevoir les informations dont nous avons besoin et de transmettre aux autres les informations que nous avons transformées : nos capacités seront transversales !

Être des experts de nos métiers et en même temps développer de nouvelles capacités comportementales pour un travail d'équipe résilient et performant.

CAPACITÉS TECHNIQUES

Notre rapport au temps et aux lieux a changé : nous ne travaillons plus dans les mêmes unités de temps et d'espaces entre partenaires et même entre membres de la même équipe. Cela va conditionner les capacités à maîtriser :

- Développer de nouvelles capacités dans la maîtrise de l'utilisation des logiciels-métiers
 - Niveau de référence de maîtrise individuelle
 - Maîtrise individuelle dans un objectif de travail en équipe
- Développer des capacités d'utilisation des outils numériques
 - Développer la maîtrise des outils numériques
 - Les placer dans les processus d'interactions des équipes en interne et des équipes étendues via internet et le Cloud.

CAPACITÉS COLLECTIVES ET INTERDÉPENDANTES

Le niveau de formation et de réalisation (et de pratique) de chacun des professionnels, dans son métier et dans son intervention sur une partie de la maquette virtuelle du bâtiment est déterminant. Maintenir ou augmenter le niveau d'expertise demande un plan de formation en continu que chacun devra construire selon ses besoins dans la vision de l'efficacité collective. Pour atteindre l'objectif, l'Architecte et ses autres partenaires travaillent comme s'ils composent une équipe soudée, engagée et qui partagent des apprentissages nés d'expériences précédentes de réalisation.

Nos anciennes et nouvelles capacités doivent nous aider à mieux produire nous-même et à mieux travailler avec les autres, mettre l'accent sur une culture du travail en équipe. Et les "autres" sont nombreux : chacun travaille sur plusieurs projets de construction en même temps et chaque projet de construction a une équipe étendue : des équipes en interne qui s'étendent à l'extérieur avec d'autres équipes de partenaires. Cela donne naissance à une forme « d'obésité d'information » (ou BIG DATA) qui est l'une des tendances caractéristiques de notre environnement et qu'il faut intégrer dans nos structurations. L'Architecte, l'Économiste, l'Ingénieur Thermicien ou l'Ingénieur Structure qui sont à présent associés à la mutualisation de l'Information vont devoir partager leurs engagements et leurs compétences.



COMMENT NE PAS DILUER LES RESPONSABILITÉS ET LES COMPÉTENCES ?

Le client souhaite souvent n'avoir qu'un seul interlocuteur. Cet interlocuteur est placé devant un défi excitant : il va lui falloir développer ses « compétences techniques métiers » et en parallèle acquérir et développer toutes celles qui lui permettront de travailler avec d'autres collaborateurs tout en restant le responsable : Manager dans le BIM

Son défi est de progressivement aller aussi vite à plusieurs que tout seul et ceci sans être nécessairement celui qui réalise. Il devra être en mesure d'avancer vers le résultat, maîtriser la chaîne de production graphique mais surtout l'Information sans exercer de contraintes excessives (s'imposer par la force) : l'engagement, la communauté de projet, la communication et un cadre commun de données structurées sont les principaux leviers.

Partager l'information pour construire la solidarité :

C'est une caractéristique que l'on va retrouver chez le Manager BIM. Par contre il est nécessaire qu'elle soit développée par tous les opérationnels : être compétent au-delà de l'autonomie, être interdépendant, avoir du self-leadership, cultiver une forme d'altruisme et de gratitude pour s'aider en équipe.

Pourquoi ? Parce qu'il a été démontré que les personnes – volontairement ou non – ont une rétention de l'information de l'ordre de 10 %. Et si cela impactait le résultat final ?

Le rôle du Manager BIM doit également prendre en compte cet élément. Il va se concentrer sur le résultat à obtenir sur la base de critères précis (charte BIM graphique et organisation des données) pour l'évaluer et il laisse TOUS les opérationnels s'entendre sur le "Comment faire", à la condition qu'ils soient bien formés au préalable.

ÉVOLUTION, RÉVOLUTION OU TRANSFORMATION ?

C'est une transformation à moyen et à long terme pour tous ; l'évolution ou la révolution sont des étapes intermédiaires à cette transformation.

La rénovation énergétique est considérée aujourd'hui comme l'un des principaux moteurs de l'innovation dans le BTP. On assiste à une démocratisation des techniques de capture de la réalité « scan 3D » (tant en amont du projet que sur les chantiers), l'avatar numérique autorise les simulations et permet d'anticiper la transformation (ou la déconstruction) d'un bâtiment qui se veut à terme : informé, évolutif, performant et communicant.

Nous sommes entrés dans une nouvelle époque post-industrielle où le bâtiment 2.0. devient l'accélérateur des connaissances immobilières au service d'un « mieux vivre et habiter ensemble ». L'Homme et le professionnel doivent s'adapter sans renier les dimensions qui fondent leurs natures : subjectif, objectif et collectif.





LEXIQUE / SIGLES :

■ **ACT** : assistance pour la passation du ou des contrats de travaux

■ **APD** : avant-projet définitif

■ **AOR** : Assistance au maître d'ouvrage lors des opérations de réception et pendant la garantie de parfait achèvement

■ **APS** : avant-projet sommaire

■ **BET** : bureau d'études techniques

■ **CCAG** : cahier des clauses administratives générales

■ **CCTG** : cahier des clauses techniques générales

■ **CCTP** : cahier des clauses techniques particulières

■ **Coût global** : Ensemble du montant de l'investissement initial, des coûts différés de fonctionnement (énergie, maintenance, exploitation) et de gestion pendant la durée de vie du bâtiment

■ **COV** : composés organiques volatils

■ **DCT** : direction de l'exécution du ou des contrats de travaux

■ **DCE** : dossier de consultation des entreprises

■ **DIUO** : dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage

■ **DOE** : dossier des ouvrages exécutés

■ **DUEM** : dossier d'utilisation d'exploitation et de maintenance

■ **ECS** : eau chaude sanitaire

■ **EPERS** : éléments pouvant entraîner la responsabilité solidaire

■ **EXE** : études d'exécution ou de réalisation

■ **FACILITIES MANAGEMENT** : mandat délivré à un intervenant pour effectuer des missions de gestion budgétaire et comptable (loyers, charges de fonctionnement) et de gestion du patrimoine (gros entretien, renouvellement, valorisation)

■ **GMAO** : gestion de la maintenance assistée par ordinateur, inventaire d'équipement, échéancier de suivi et de traçabilité des opérations, gestion de stock, reporting

■ **GTB** : gestion technique du bâtiment dont chauffage, climatisation, ventilation, électricité, contrôle d'accès, vidéo-surveillance, objets connectés

■ **IFC** : Industry Foundation Classes, norme ISO 10303-11 (STEP part 11) et ISO 16739

■ **MOA** : Maître d'ouvrage

■ **MOE** : Maître d'œuvre

■ **Loi MOP 85-704 du 12 juillet 1985** : maîtrise d'ouvrage publique

■ **OPR** : Opérations Préalables à la Réception

■ **PRO** : études de projet

■ **SECOND ŒUVRE** : concerne les lots menuiserie, cloisons, revêtements, serrurerie,.. hors éléments de structure et équipements techniques

■ **STEP** : (ou ISO 10303) porte sur la représentation et l'échange de données de produits pour intégrer les processus de conception, de développement, de fabrication et de maintenance



Images avec l'aimable autorisation d'Autodesk

EUROSTUDIO

Paris : 7 impasse Mont-Louis 75011 Paris
Tél. 01 43 90 10 00

Lyon : 7 rue Rachais 69003 Lyon
Tél. 04 81 13 21 2046

contact@eurostudio.fr
www.eurostudio.fr