



COMMENT LE BIM DESSINE LES PROJETS DE DEMAIN ?

DOCUMENT PRODUIT PAR

Atlas OPCO



DOCUMENT ÉDITÉ ET DIFFUSÉ PAR

LE MONITEUR
DES TRAVAUX PUBLICS ET DU BÂTIMENT

CTB | LES CAHIERS
TECHNIQUES
DU BÂTIMENT

SOMMAIRE

P. 3

S'approprier sans délai
les méthodes du BIM

P. 4 à 11

Le BIM : un phénomène sociétal

P. 12 et 13

Adapter l'ouvrage
aux enjeux climatiques

P. 14 à 17

Vers une vision systémique
du bâtiment

P. 18 à 21

Où en sommes-nous, de la conduite
du changement ?

P. 22 et 23

Retours d'expérience BIM

P. 24 et 25

Prospectives

P. 26

Se former aux métiers du BIM

Document produit par la Fédération CINOVA et l'Opco Atlas, édité
et diffusé par la revue « Cahiers techniques du bâtiment » (CTB) et
l'hebdomadaire « Le Moniteur ».

Société éditrice : Groupe Moniteur S.A.S,
10 place du Général-de-Gaulle, BP 20156, 92186 Antony Cedex.
RCS Nanterre B 403 080 823.

Président-directeur des publications : Julien Elmaleh.

Directrice générale déléguée : Elisabeth Shemtov. Directrice

commerciale : Stéphanie Nadreau.

Création et réalisation graphiques : Zed Agency.

Rédacteurs : Bernard Reinteu et Lorelei Fritsch.

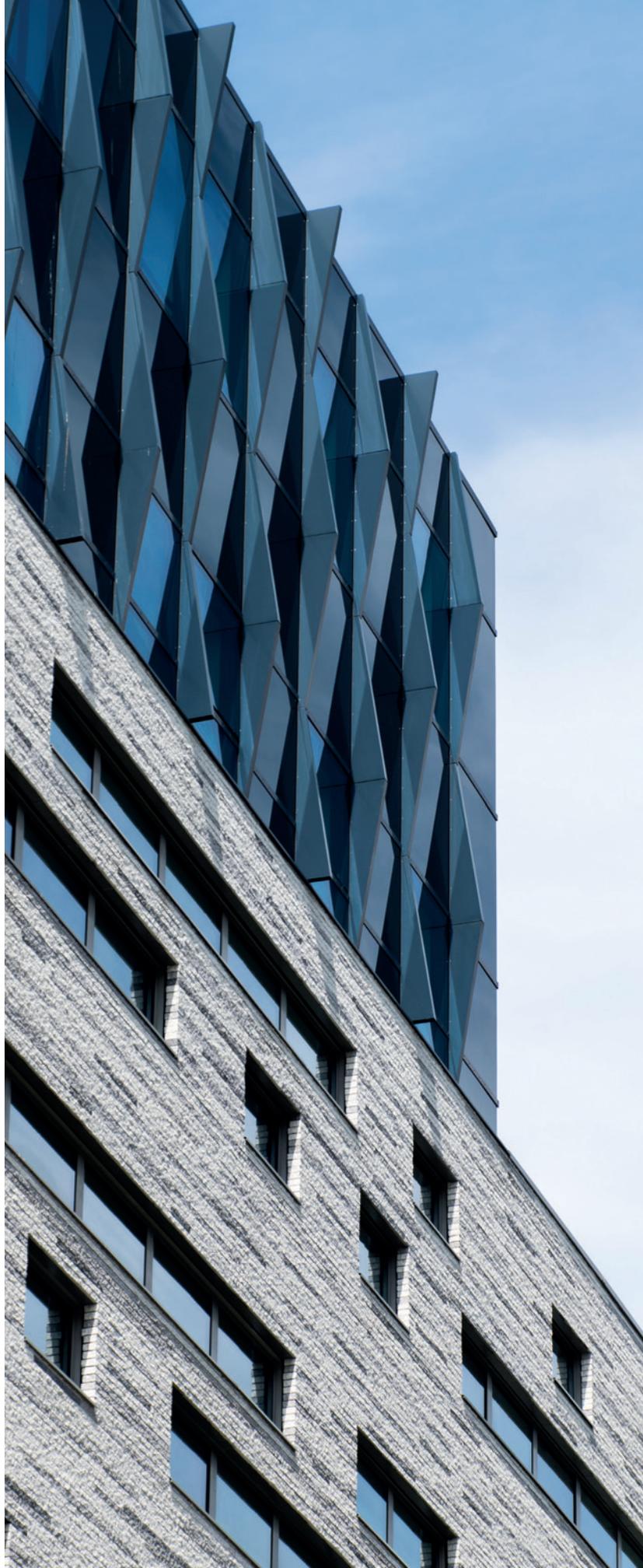
Coordination éditoriale : Infopro Digital Stories. En couverture :
crédit photo Cinov. Impression : Corlet, Condé-sur-Noireau (14)



Papier issu de forêts
gérées durablement



PEFC 10-31-1510





Yves Laffoucrière
Président du Plan BIM 2022

S'APPROPRIER SANS DÉLAI LES MÉTHODES DU BIM

La filière construction est sensibilisée depuis plus de trente ans à la transition numérique. Progressivement, concepteurs et ingénieurs ont quitté la table à dessin pour concevoir leurs projets sur écran avec de puissants outils graphiques et de calcul. Le management des projets avec des solutions intégralement numériques tels le **BIM ou Building Information Modeling** est à la fois un prolongement et une évolution naturelle de ce développement mais aussi une transformation plus profonde avec le **développement du travail collaboratif**.

Pourquoi s'adresser aux acteurs et futurs acteurs du monde de la conception ? Pour **vous dire que franchir cette nouvelle étape numérique apparaît indispensable pour affronter la complexité des chantiers**. Pour s'en convaincre, la pratique des réglementations sur les structures et les équipements suffit pour comprendre l'enjeu : elles sont devenues si complexes qu'elles rendent la conception des ouvrages difficile avec les seuls moyens traditionnels. La future réglementation environnementale en préparation (RE 2020), qui s'appliquera dès 2021 et qui prendra en compte l'énergie consommée et le carbone émis au cours de la vie de l'ouvrage, est caractéristique de cette évolution.

Autre aspect essentiel à souligner : le BIM valorise les tâches, et par là-même, l'ouvrage dans son ensemble. Ainsi les outils calculent toutes les quantités en tenant compte de l'évolution du projet en temps réel. S'affranchir de cette tâche chronophage laisse les maîtres d'œuvre apporter leur valeur ajoutée, développer leur créativité. Une assistance informatique à la fois large, profonde et transversale permet ainsi de valider et de coordonner les choix techniques partagés par tous.

Cette amélioration des relations entre intervenants sur les chantiers est l'un des principaux bénéfices qui ressort des premières années de pratique régulière du BIM. Ce mode de travail collaboratif produit une synthèse plus précise des travaux des différents corps de métier sur le chantier. Ses effets sont concrets et immédiats en termes de gain en qualité, de délai et de coût. Et il ne faut pas ignorer **l'impact de l'ergonomie de cette technologie** : les outils de visualisation permettent à tous de comprendre l'ouvrage et de participer à sa conception. Car, concrètement, ce sont tous les intervenants sur un bâtiment ou un projet qui vont s'y impliquer plus fortement et plus librement.

Les donneurs d'ordres – maîtres d'ouvrage, aménageurs, élus locaux... – ont compris l'intérêt de la maquette numérique. Elle devient le support pour analyser l'impact d'un ouvrage dans son environnement, pour argumenter des modifications et, surtout, pour communiquer sur leurs projets. Avant et après la livraison du chantier, les exploitants, les bailleurs, les copropriétaires, les usagers peuvent apprécier la visualisation 3D des constructions.

L'utilisation rationnelle des données du patrimoine recèle un potentiel considérable **pour maîtriser les charges ainsi que les budgets** d'entretien et de grosses réparations. D'autant qu'au fil du temps, **il sera possible de compléter l'historique de l'ouvrage** pour continuer à prendre des décisions de travaux sur des bases bien documentées permettant notamment de développer la maintenance prédictive.

La Fédération CINOV et l'Opco Atlas, ainsi que leurs autres partenaires, jouent donc ici pleinement leur rôle en proposant cette publication sur le BIM pour guider les futurs acteurs qu'ils représentent – et soutiennent – tout au long de leur carrière.

Leur ambition est de les sensibiliser sur ce sujet central qu'est aujourd'hui le BIM et de les amener à s'investir volontairement dans cette transformation de leur métier. On le lira dans ces pages : le BIM est un sujet récent qui acquiert sa maturité, mais qui demande à chacun de s'informer, de se former, de s'équiper afin de travailler de manière collaborative.

Président du Plan BIM 2022, mon message aux maîtres d'œuvre et à l'ingénierie est de se préparer à cette transition numérique fondamentale le plus rapidement possible pour être en phase sur ce sujet. Cette attitude est déterminante pour le devenir de la filière.

Pour en savoir plus : www.plan-bim-2022.fr

LE BIM : UN PHÉNOMÈNE SOCIÉTAL

Qui dit BIM... ne dit pas (que) maquette !

Derrière l'acronyme BIM peuvent se cacher des réalités bien différentes. Si le monde de la construction s'entend globalement sur les deux premières lettres, B pour *Building* (le bâtiment au sens large), et I pour information, le M peut signifier *Modelling*, *Model* ou *Management* selon les approches.

Une subtilité qui mène parfois à confondre ou à réduire le BIM à la maquette 3D numérique. Or, l'utilisation de telles maquettes n'est clairement pas une nouveauté dans l'ingénierie.

Plus de technologie pour plus d'humain ?

Pour « travailler en BIM », tout l'écosystème de la construction – c'est-à-dire la maîtrise d'ouvrage, les architectes, les bureaux d'études, la maîtrise d'œuvre, les entrepreneurs, les constructeurs, les fournisseurs de matériels, les exploitants – doit désormais **acquérir de nouvelles compétences, apprivoiser des outils différents et transformer sa façon de collaborer** à la fois en interne et en externe. L'humain reste donc au cœur du processus de conception, de réalisation puis de maintenance malgré la digitalisation.

Ingénierie et numérique, une histoire qui dure

Toujours à l'affût de moyens de calcul, l'ingénierie suit de près l'évolution de l'informatique. Le concept de CAO (conception assistée par ordinateur) se dessine à la fin des années 1950 dans les travaux de Patrick Hanratty et Ivan Sutherland. L'idée d'interface graphique et de modélisation 3D est déjà là, mais l'informatique n'en est qu'à ses débuts et ne permet pas de dépasser le stade de la théorie.

La CAO se démocratise dans les années 1980 suivant toujours l'évolution de l'informatique, désormais micro. La popularisation se poursuit jusque dans les années 2000 durant lesquelles de grandes bibliothèques d'objets 3D sont créées par les communautés Internet naissantes.

Le vrai changement apporté par les méthodes et les outils BIM ces dernières années consiste à utiliser cette maquette comme **une base de données commune et partagée** entre les différents acteurs d'un projet. Loin de se limiter à une visualisation graphique, le BIM modélise également les délais, les coûts, les simulations de vie et les opérations de maintenance... Tentant, n'est-ce pas ?

C'est ainsi qu'après avoir conquis les marchés britanniques, scandinaves et américains, la tendance BIM arrive en France, en Allemagne, en Chine et au Japon.

CHRONOLOGIE DU BIM



1957

Patrick Hanratty développe PRONTO.



1962

Douglas C. Englebart pose les premières bases du concept de BIM dans la publication de *Augmentating Human Intellect*.



1972

Ed Catmull et Fred Parke réalisent la 1^{re} animation 3D (il s'agissait d'une main et d'un visage!).



1974

Charles Eastman introduit la notion de base de données intégrée unique avec un prototype de « système de descriptif du bâtiment » ou BDS, *Building Description System*.



1975

Martin Newell numérise à la main une théière qui deviendra un classique des logiciels 3D (grâce aux courbes de Bézier !)



1984

ArchiCAD, premier logiciel BIM pour ordinateur personnel, est créé.



1989

Pro/Engineer version 1.0 introduit la modélisation paramétrique (et non plus filaire).



1997

Naissance du format IFC.



2000

Naissance du logiciel de CAO multimétriers Revit, racheté par Autodesk en 2002.



2010

Le Cloud permet l'émergence d'applications de CAO en ligne.



2015

Boom du BIM en France.



2018

Le plan BIM 2022 est lancé en France!

Mieux communiquer pour mieux construire

Le BIM réduit les mauvaises surprises

Grâce à la mise en place de revues de maquette numérique et de pré-synthèses BIM, les équipes sont capables d'**identifier les « dysfonctionnements »** éventuels avant même d'y être confrontées dans la réalité. Mickaël Garabedian, référent BIM chez Eiffage Provence, explique par exemple comment ses équipes ont « [...] gagné du temps, car la maquette BIM [leur] a permis de repérer un décalage entre la charpente métallique et la dalle ». Au-delà de l'aspect technique, le partage d'information structurée via une modélisation 3D suppose et entraîne **plus de collaboration** entre les parties prenantes d'un projet.

En plus de favoriser les échanges entre les différents corps de métier, c'est un excellent moyen d'**impliquer les utilisateurs finaux** comme l'explique Chandrika Gal, qui travaille au service des études et des travaux du Conseil départemental des Alpes-Maritimes, à propos du futur centre d'exploitation routier d'Antibes : « Quand nous avons montré la maquette aux chauffeurs routiers, les questions qu'ils nous ont posées nous ont permis d'optimiser la structure et de mieux adapter le projet à leurs besoins. Ils ont beaucoup mieux visualisé le projet avec la maquette que si on leur avait montré des plans 2D. Pour moi, maître d'ouvrage, cette maquette numérique est un vrai plus ». Anticipation, découplage, visualisation... les bénéfices d'un BIM mature se traduisent par des **documents de construction plus fiables et des coûts optimisés**. Mais pour en arriver là, un changement complet de paradigme et une évolution des modes de travail sont impératifs !



Le regard du sociologue Hervé Barry¹

« Dans notre culture de l'efficacité, le BIM constitue une ressource supplémentaire, au sens stratégique et sociologique, pour plus de qualité

et de productivité. C'est un levier de valeur ajoutée qui alimente la transaction et enrichit la relation commerciale. En mettant à plat l'organisation du travail, il donne à voir ce qui est en jeu pour chaque acteur, jusqu'à l'utilisateur final lors de l'approfondissement de cas d'usage. Ce travail de compréhension, d'anticipation et de rationalisation réduit les aléas, fiabilise les modes opératoires et peut même aboutir à de meilleures conditions de travail, avec des chantiers plus sereins ! »

¹Hervé Barry a coproduit l'étude « Maquette numérique et compréhension réciproque dans le logement social » avec Cédric Aznal, sociologue à l'Icam.

Pour en savoir plus : www.journals.openedition.org





80 000
c'est le nombre
de salariés à sensibiliser
ou former au travail
collaboratif en BIM

Pour en savoir plus : www.plan-bim-2022.fr



“

**La transition numérique
représente une véritable
hybridation des ingénieurs.**

”

Gilles Charbonnel

Dirigeant d'Altàis Ingénierie
Président d'ADN Construction

Un nouveau plan pour accompagner la transition numérique

BIM 2022, le nouveau plan numérique dédié au BIM, fait suite au Plan de transition numérique dans le bâtiment (PTNB). Annoncé fin 2018 et doté de 10 millions d'euros sur 4 ans, il est piloté par l'Association pour le développement du numérique dans la construction (ADN Construction). En plus de la mise en place d'un observatoire, le plan BIM 2022 entend :

- d'une part, **généraliser et structurer la demande** de BIM dans les projets en accompagnant et en sécurisant les maîtres d'ouvrage pour définir et encadrer leurs besoins;
- d'autre part, définir les connaissances, les qualités et les outils nécessaires au travail en BIM afin de **soutenir la montée en compétence** de l'ensemble des acteurs.

« Organiser cette convergence n'est pas simple, car les métiers sont tous différents et doivent s'approprier les nouveaux outils numériques à leur façon : pour les bureaux d'études l'itération et de fait l'optimisation sont facilitées, pour les entrepreneurs du bâtiment, c'est une lecture de plan interactive, pour les charpentiers le lien avec la commande numérique, pour le promoteur, un nouveau support de communication, etc. », déclare Gilles Charbonnel, dirigeant d'Altàis Ingénierie et président d'ADN Construction.

Le plan BIM 2022 prévoit par exemple la création de MOOC pour accompagner la prise en main d'outils comme KROQI. Gilles Charbonnel complète néanmoins : « Si la formation se cantonne aux outils, nous n'aboutirons pas au processus transversal qu'est le BIM. Pour cela, nous avons toute une ingénierie de formation à développer en lien avec nos partenaires ».

Toujours dans cet objectif, le plan BIM 2022 entend poursuivre « le développement d'espaces de travail collaboratifs, fixes ou mobiles ouverts à tous les acteurs désireux de se former et travailler en BIM ».



“

Au Cnam, nous avons la volonté d'avoir une approche systémique et non plus cloisonnée par discipline.

”

Jean-Claude Bouly

Directeur du Cnam Grand-Est

Le BIM transforme aussi les programmes de formation

L'adhésion au BIM suppose pour les professionnels en poste de maîtriser de nouveaux logiciels et d'acquérir de nouvelles méthodes de travail. On oublie parfois que les « digital natives »¹ doivent eux aussi passer par l'étape formation. En effet, maîtriser certains usages du digital comme les réseaux sociaux ne dit rien de leur capacité future à conduire une entreprise vers le numérique. C'est pourquoi la formation initiale développe de plus en plus de formations en BIM Management et sur la culture du BIM.

Jean-Claude Bouly, directeur du Cnam Grand-Est, témoigne : « Les jeunes sont demandeurs aussi, car ils ont conscience que le BIM traduit l'impact du numérique dans les secteurs de la construction, de l'architecture et de l'urbanisme, et transforme le métier auquel ils se destinent ».

Loïc Pennamen, enseignant au Cnam PACA, résume : « l'essentiel [est] de transmettre une vision managériale, pour appréhender le BIM en tant que processus et non pas seulement comme un outil. »

¹ Génération – personnes nées entre 1980 et 200 - ayant grandi dans en même temps que le développement du numérique

Une nouvelle dimension pour les métiers de l'ingénierie et de la construction

Donnée, réalité virtuelle, impression 3D, les applications du numérique transforment le monde de la construction et créent de nouveaux métiers. Parmi eux, on peut lister le data scientist, l'ergonome ou encore toutes les expertises BIM.



« Avec le numérique et l'intelligence artificielle, chaque métier du bâtiment, du plombier à l'électricien en passant par l'architecte, est amené à se repositionner et à repenser ses compétences. Nous entrons dans cette période d'innovation permanente. Il ne faut donc plus appréhender la formation comme un stock qu'on accumule en début de carrière, mais bien comme un flux à alimenter en permanence tout au long de la vie professionnelle », prévient Alain Assouline, président de CINOV Numérique.

+33%

c'est le pourcentage d'évolution des effectifs de BIM managers prévu en France entre 2018 et 2021

Marché de l'emploi : les experts BIM ont la cote

Le secteur de l'ingénierie prévoit plus de 15 000 créations d'emploi nettes entre 2018 et 2021. Ce dynamisme est porté par de forts besoins de recrutement sur 8 métiers dont 2 concernent directement le BIM : projeteur (+ 19 %) et BIM manager (+33 %). En 2016 déjà, les prévisions de recrutement de profils déjà formés au BIM dépassaient les 2 500 par an.

Face à une telle demande, la formation initiale peine à répondre aux besoins de compétences BIM en entreprise. Ce décalage crée un effet de rareté qui se traduit par une inflation des salaires pour les profils recrutés.

CHIFFRES DE L'INGÉNIERIE EN FRANCE



+ de 20 000 entreprises



+ de 220 000 employés



46 % des effectifs dans la construction



89 % de contrats à durée indéterminée

NOUVEAUX MÉTIERS, NOUVELLES OPPORTUNITÉS

Si de manière générale, le niveau de maturité BIM croît avec la taille de l'entreprise, de belles opportunités sont à saisir dans certaines TPE et PME agiles, qui ont su intégrer ces nouvelles méthodes très rapidement.

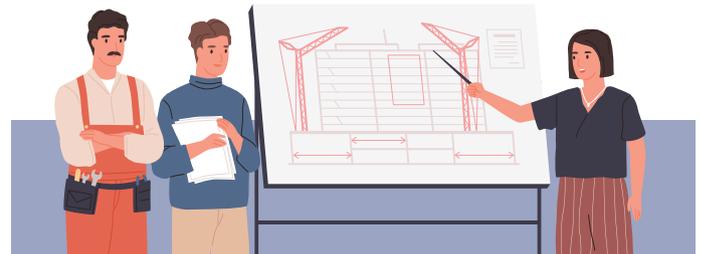
Pour en savoir plus : www.paroles-ingenieurs.fr



BIM modeleur ?

À la croisée du projeteur et du chargé d'études techniques, le BIM Modeleur dessine en 3D l'ouvrage. Expert rigoureux, il est capable de :

- analyser les caractéristiques structurales, environnementales et techniques de l'ouvrage
- affiner le besoin client autour d'une maquette BIM,
- maîtriser une ou plusieurs solutions techniques de conception BIM
- travailler en mode de fonctionnement agile avec les acteurs du projet (MOA, etc.),
- réaliser des maquettes BIM conformes au cahier des charges.



BIM manager ?

Le BIM manager gère de la donnée, mais également des femmes et des hommes. Il doit donc faire preuve de connaissance métier, de culture secteur et de qualités relationnelles pour :

- définir la convention BIM,
- piloter des projets complexes dans un environnement BIM,
- interfacier plusieurs projets infrastructures et bâtiments en BIM,
- réaliser des maquettes BIM conformes au cahier des charges,
- intégrer les outils data avec les solutions et données BIM,
- accompagner les équipes dans l'utilisation des maquettes BIM.



Géomaticien
pour allier l'informatique
à la géographie



Coordinateur BIM
pour superviser une
équipe de modeleurs
BIM



**Gestionnaire des systèmes
d'information
et des connectiques**
pour allier l'informatique
à la géographie

Pour une filière qui travaille ensemble au bâtiment de demain

Quelle mission pour le CINOV ?

En tant que fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique, le rôle de CINOV est de permettre aux TPE-PME de la branche Ingénierie de s'approprier l'innovation. Ainsi, la Fédération CINOV, à travers son groupe de travail BIM & transition numérique en particulier, a pour vocation d'apporter un éclairage pragmatique aux petites entreprises sur ces questions.



Julien Mercier, dirigeant de la société IM-PACT et vice-président en charge de l'innovation et de la prospective au sein de la Fédération CINOV explique : « Notre ambition est de vulgariser des notions telles que le BIM, pour ce faire nous mettons à disposition des ressources documentaires et favorisons le partage d'expériences entre acteurs de la construction. Avec le numérique, le rythme de l'innovation s'intensifie, le champ des possibles s'élargit, il devient parfois difficile de s'y retrouver pour les directions d'entreprise en manque de temps. C'est donc notre façon de les aider, sans dogmatisme, à identifier de façon pragmatique les opportunités qui correspondent à leur métier, leur stratégie, etc. »

En plus d'œuvrer à la diffusion de nouvelles pratiques comme le BIM en région, la Fédération CINOV et ses partenaires portent la voix des TPE et PME dans différentes instances et commissions nationales (plan BIM 2022, loi ELAN, ESSOC, etc.).

Un accompagnement terrain pour une vision à court et moyen terme

Pour remplir pleinement son rôle, CINOV se doit donc de savoir quelles sont les attentes des professionnels sur terrain. « C'est d'autant plus important que dans notre écosystème interdépendant, le niveau de maturité des acteurs est très hétérogène », confirme Julien Mercier.

De cette logique d'échange et d'accompagnement est né l'an dernier le **REX BIM Tour** (voir encadré). Cette tournée, qui devrait se poursuivre jusqu'en 2021, réunit à chaque édition plus d'une centaine d'acteurs de l'ingénierie de la construction et des métiers du bâtiment. Pour Julien Mercier, « l'idée est de **créer du lien** dans chaque région de France (y compris en outre-mer) entre des TPE/PME confrontées à un même problème, celui de la transition numérique ».





Autour du partage de **retours d'expérience**, l'enjeu est d'échanger des bonnes pratiques et d'inciter à se poser les bonnes questions.

La Fédération CINOV a également lancé une étude prospective auprès du cabinet de conseil ATAWAO Consulting. Dans ce contexte de mutation, l'objectif était de mesurer l'état de la digitalisation du secteur de la construction aujourd'hui en France et d'identifier les tendances qui façonneront sa chaîne de valeur ces 10 prochaines années avec le développement de nouvelles technologies et approches métiers.



Selon Antoine Dubois, Directeur d'ATAWAO Consulting, « cette étude, menée fin 2019, a confirmé le retard du secteur du bâtiment par rapport à d'autres secteurs économiques.

Si certains acteurs étrangers, comme la start-up américaine Katerra, cherchent à industrialiser la construction grâce aux nouveaux outils numériques et BIM, en France, on a tendance à repartir de zéro à chaque projet. Nous avons également constaté un sous-investissement en formation BIM par rapport à des pays comme l'Italie (qui l'a même rendue obligatoire).

Pourtant, on voit bien que la capacité à travailler avec de la donnée, qui plus est en volume important, sera primordiale dans le bâtiment de demain : au-delà de la gestion de l'infrastructure numérique, les capteurs IoT se répandent et nous ferons de plus en plus appel à des robots pour le port de charges lourdes, etc. Autant de technologies à piloter !

Enfin, dans cet environnement qui va très vite, le travail en écosystème semble être une des clés pour continuer à innover. »

Parmi les actions de sensibilisation et de formation de la Fédération CINOV, certaines s'adressent plus spécifiquement aux jeunes. Le dispositif Paroles d'Ingénieurs en #apprentissage propose ainsi des interviews et des supports ludiques afin de promouvoir la formation professionnelle aux métiers de la prestation intellectuelle du conseil, de l'ingénierie et du numérique auprès des 18-25 ans.

Pour en savoir plus : www.paroles-ingenieurs.fr

CINOV REX BIM Tour

Démystifier

Le BIM, c'est un outil

Ou une maquette. Ou un logiciel.
« C'est faux, répond Julien Mercier, le BIM recouvre l'ensemble du processus de gestion de l'information. »

Simplifier

Le BIM, c'est forcément compliqué

« Une maquette 3D simple et un fichier Excel, c'est déjà du BIM, on parle de management de l'information », confirme Julien Mercier. Les témoignages recueillis le prouvent, on peut faire du BIM simplement, le mieux étant de commencer avec des usages simples afin de ne pas discriminer certains acteurs.

Confronter

Le BIM, c'est forcément cher

Ce constat est souvent fait par des entités qui ne mesurent pas la valeur ajoutée et/ou l'investissement nécessaire à la mise en place du BIM. Difficile d'évaluer le juste prix dans ces conditions, d'où la nécessité pour les maîtres d'ouvrage, les bureaux d'études et autres acteurs du bâtiment de s'intéresser à ces sujets afin de faire des choix éclairés. Le BIM doit répondre à des objectifs précis.



Les 4 vérités sur le BIM

de Paul Nativel

Responsable du bureau d'études
Téole Ingénierie 3D

ADAPTER L'OUVRAGE AUX ENJEUX CLIMATIQUES

1 Comment la gestion des projets de construction en BIM permet d'adapter les bâtiments aux évolutions du changement climatique ?

Les bureaux d'études sont en mesure de prendre en compte les nouvelles dispositions discutées dans le cadre de la réglementation environnementale 2020¹. Ils en ont appris la philosophie et les grandes lignes à travers les moyens pédagogiques déjà disponibles², ce qui nous permet de retenir les installations techniques les moins énergivores possibles et les moins émettrices de gaz à effet de serre (GES). Ce que le BIM apporte en plus, c'est la possibilité d'extraire des données de la maquette pour réaliser une simulation thermique dynamique³ infiniment plus complète et plus précise.



2

Qu'apporte la maquette 3D au regard du climat ?

Son intérêt fondamental est d'anticiper la construction afin de maîtriser les consommations de matériaux, d'équipements et d'énergie. Il faut avoir à l'esprit que la puissance de la démarche et de ses outils informatiques produisent leurs effets durant toute la durée de vie d'un ouvrage. Ainsi, dès la conception, il est possible de développer une vision très en amont du projet : prise en compte des données bioclimatiques⁴, choix de matériaux d'enveloppe, énergies disponibles...

Pour la phase de chantier, tout est réuni pour améliorer la réalisation. Il est en effet possible de réduire les gaspillages en produisant des métrés plus précis, qu'il s'agisse des volumes de matériaux, des surfaces à équiper, des longueurs de câbles à tirer... Même chose en exploitation, et mieux encore, si on modifie l'ouvrage : les informations seront enregistrées dans la base de données. La maintenance et la conservation des informations techniques auront l'avantage de réduire les délais d'intervention et de mieux appréhender les besoins en matériaux et équipements pour rééquiper le bâtiment selon les futurs standards de consommation d'énergie.



3

Travailler en BIM améliore-t-il la qualité des études techniques ?

Travailler en BIM permet de produire des simulations thermiques dynamiques plus réalistes. Cela tient à la précision des données sur les matériaux, les surfaces, les types de vitrages... En retour d'expérience, nous nous apercevons que le BIM impose aux exploitants une rigueur de la définition des données dont ils ont besoin mais facilite la gestion-exploitation-maintenance par ces mêmes maîtres d'ouvrage, une fois ces informations intégrées, grâce aux logiciels des bureaux d'étude, dans la maquette numérique.



4



Le BIM a-t-il un impact sur le métier lui-même ?

Travailler sur une maquette 3D de manière collaborative demande concrètement d'y passer beaucoup plus de temps. Mais, sur le terrain, on s'aperçoit que cette méthode élimine de nombreux problèmes. Pas tous, et les réunions de chantiers sont là pour les régler. Mais les plans de réservations ou de percements sont plus précis. Ils permettent de retenir des alternatives de matériaux ou de produits sur des bases fiables et éviter des surcoûts de réalisation en phase travaux. Tout l'enjeu du BIM et de ses outils, comme la maquette 3D, repose aussi sur le respect du cahier des charges BIM par l'ensemble des acteurs du projet.

⁽¹⁾ La réglementation environnementale 2020 (dite RE 2020) doit succéder à la réglementation thermique 2012 (RT 2012) et s'appliquer à la construction neuve dès la fin de l'année 2020. Ce texte, transcription en droit national de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments du 30 mai 2018, a été précédé de l'expérimentation dite E+C- (Énergie positive et réduction carbone) depuis 2016. La RE 2020 inscrira dans la loi le code de calcul pour atteindre le niveau « bâtiment à énergie positive » et fixer un niveau maximal d'émissions de carbone des constructions en additionnant celles produites pendant le chantier et celles liées à leur exploitation durant 50 ans.

⁽²⁾ En 2018, l'AICVF a mis en ligne sa mallette pédagogique sur E+C-, préfiguration de la RE 2020 (<https://aicvf.org/blog/actualites/mallette-pedagogique-referentiel-ec/>)

⁽³⁾ La simulation thermique dynamique, dite STD, analyse l'évolution de la thermique d'un ouvrage dans le temps, c'est-à-dire en tenant compte des saisons, de la météo, des cycles jour-nuit, et ce, jusqu'au pas d'une dizaine de minutes. Cette étude repose sur les caractéristiques des matériaux d'enveloppe (murs, fenêtres, toits, vide sanitaire...), des équipements de chauffage et de rafraîchissement, d'éclairage et de ventilation, mais aussi d'exposition (soleil, ombres naturelles et artificielles, vent...) et des modalités d'occupation des locaux. La STD permet de déterminer précisément les consommations d'énergies et de discerner les périodes et lieux de confort et d'inconfort, notamment les surchauffes en été.

⁽⁴⁾ Le bioclimatisme consiste à prendre en compte l'ensemble des données d'une construction – localisation, orientation, sol, eau, énergies disponibles (fossiles, renouvelables, réseaux de chaleur...), météo – pour réduire ses besoins en énergie, rafraîchissement et éclairage, tout en intégrant l'ouvrage harmonieusement dans son environnement.

VERS UNE VISION SYSTÉMIQUE DU BÂTIMENT

Espace, temps, environnement, le BIM met le bâtiment en perspective et lui ouvre de nouvelles dimensions ! La notion de coût global et de cycle de vie viennent remettre les pieds sur terre et les pendules à l'heure dans un secteur très polluant.

Une construction plus en lien avec l'environnement

Près de la moitié de la consommation énergétique et environ un tiers des émissions de CO₂ du pays, voilà l'empreinte qui était attribuée au BTP en 2018. D'où la nécessité d'une transition écologique en parallèle de la transition numérique.

Implantation géographique : un nouvel espace pour le bâtiment !

« Le bâtiment tel qu'il est conçu par l'architecte n'a pas de coordonnées géographiques », rappelle Hervé Halbout, consultant SIG, modélisation 3D et BIM. Mais cette vision du bâti comme un contenant, déconnecté de l'environnement dans lequel il s'implante, touche à sa fin.

« Le fait de travailler en BIM nous amène à considérer la question de l'environnement physique spécifique dans lequel s'inscrit un bâtiment », complète Hervé Halbout. « Grâce à la maquette numérique et au rapprochement avec les systèmes d'information géographiques (SIG), celui-ci peut être implanté dès la conception dans son environnement et connecté à des réseaux de voirie, etc. »

Pour plus de détails, voir :

« Le BIM s'étend à la ville avec le CIM » p16



“

La nécessité de créer l'ouvrage ne doit pas occulter le devenir de l'ouvrage.

”

Patrick Delaporte Arnal

Associé et cogérant de Softloft Management
Administrateur de CINOV Normandie

De l'éternité à la déconstruction : les temps de la construction changent

Historiquement, les professions du bâtiment étaient des disciplines de temps longs. À l'image des bâtisseurs de cathédrale qui construisaient pour l'éternité, on n'envisageait pas de terme à l'exploitation. De plus, comme dans l'aéronautique, le temps qui s'écoule entre la décision de mise en œuvre et la livraison est souvent important dans le secteur.

Sauf que de nos jours, l'heure est à la notion de cycle de vie. Patrick Delaporte Arnal, associé et cogérant de Softloft Management, nous l'explique : « La prise en compte de la déconstruction s'est longtemps cantonnée au secteur du nucléaire. Aujourd'hui, face à la nécessité de reconversion et d'optimisation des bâtiments, on commence à entendre parler d'usage et de devenir à terme des ouvrages. »





Si certains vont jusqu'à employer l'acronyme DRIM pour Deconstruction & Recovery Information Modelling, l'important est ailleurs pour Patrick Delaporte Arnal : l'opportunité d'intégrer la notion d'obsolescence dès la phase de conception et de raisonner sur la durée de vie d'un bâtiment. « Grâce au BIM, on peut par exemple facilement connaître par avance les modalités et le coût de déconstruction et de mises en déchet d'un immeuble... dans 15 ans ! »

Faire figurer les temporalités dans la base de données BIM représente donc un potentiel phénoménal, d'autant plus si elle est liée à un logiciel de gestion de patrimoine. Il faut replacer le devenir de l'ouvrage au centre des préoccupations des nombreuses parties prenantes (investisseurs, foncières, asset managers, gestionnaires et exploitants). « Substituons une vision systémique aux leaderships ponctuels des uns et des autres tout en diminuant les ruptures », conclut Patrick Delaporte Arnal.

Impact environnemental : une nouvelle approche du coût global ?

La prise en compte du cycle de vie rendue possible par le BIM contribue à relancer l'approche au coût global dans le secteur de la construction. Celle-ci entend regrouper l'investissement de départ, les coûts d'exploitation et ceux de déconstruction ou de reconversion (transformer des bureaux en logements par exemple).

À ces méthodes d'analyse s'ajoute également la notion de « coût environnemental » de plus en plus prégnante dans un monde en pleine transition écologique. Sont alors comptabilisés :

- les émissions de CO₂,
- le bilan carbone,
- l'énergie grise,
- l'empreinte liée à l'acheminement des matériaux en cas d'éloignement

Les ingénieurs écologues utilisent depuis longtemps la modélisation numérique en aménagement pour connaître la qualité de l'air, celle de l'eau, des sols, etc. Sans être aussi détaillée que dans le bâtiment, cette pratique permet de mieux connaître l'environnement autour d'un projet de construction.

« Avec le développement de la virtualisation, nous allons vers une meilleure compréhension des interactions entre les différents "compartiments" qui composent un habitat », explique Didier Grosdemange, fondateur du bureau d'études Gaïa - Terre Bleue et vice-président de CINOV Territoires et environnement (TEN). « Nous fournissons ainsi des études d'impact beaucoup plus justes », assure-t-il.

Au-delà d'une meilleure connaissance des processus à l'œuvre, ce travail permet de réduire la signature du bâtiment.





“

La vision géographique est de nouveau au cœur de la vie des Français.

”

Hervé Halbout
Consultant SIG

Le BIM s'étend à la ville avec le CIM

Avec la montée en puissance du numérique et de services comme Google Maps ou Google Earth. Et c'est en s'appuyant sur les infrastructures 3D et les coordonnées géographiques des SIG que le BIM se change en CIM. Le *City Information Modelling* (CIM) décline le BIM au-delà des murs d'un bâtiment : un quartier, un village, une agglomération peuvent ainsi être modélisés.

SIG et bâtiment : un rapprochement à l'oeuvre

Cette rencontre de la modélisation territoriale et de celle du bâtiment pousse les communautés professionnelles travaillant sur un même territoire à mieux se connaître. La notion de collaboration est centrale puisque chacune dispose de données qui gagnent à être partagées.

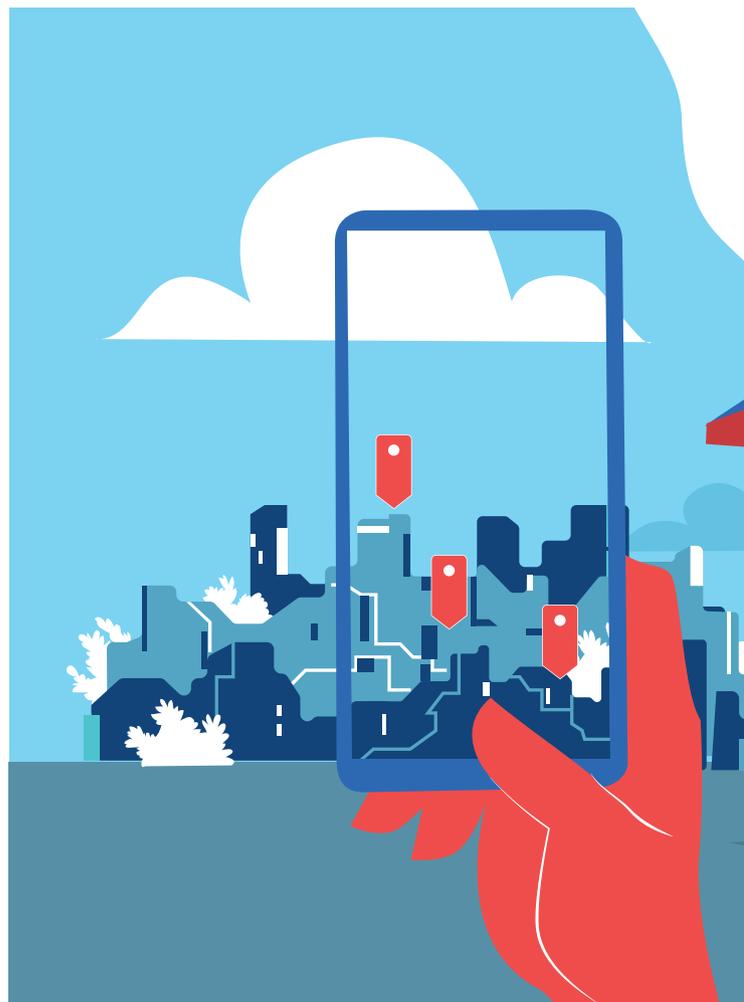
Pour la communauté des SIG, composées de géomaticiens au sens large, très mûre sur les questions de modélisation, l'accès aux données bâtiment permet de mieux appréhender l'environnement. À l'inverse pour les acteurs du bâtiment, les données SIG permettent d'optimiser les coûts et de mieux rénover.



L'appui du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)

« Par son expertise BIM multi-échelles, le CSTB assure la qualité des contributions des acteurs et leur interface aux différentes étapes des projets, ce qui garantit la continuité des échanges et la pérennité de la démarche BIM », explique Souheil Soubra, directeur des Technologies de l'Information au CSTB. → Découvrir le projet BIM-CIM de la Métropole de Marseille accompagné par le CSTB.

Pour en savoir plus : www.cstb.fr



Un indispensable pour les smart cities

À l'échelle du territoire, ce partage de données peut notamment impacter la mobilité et faire naître de nouveaux services.

« Les agglomérations du Havre, de Rennes ou encore Lyon Métropole ont été parmi les premières collectivités françaises à dépasser le stade de la modélisation 3D de communication "à usage unique" », rappelle Hervé Halbout.

Un intérêt que l'on comprend d'autant mieux que la méthodologie et les outils du CIM sont très utiles pour transformer nos villes en smart cities, connectées et durables.

Plus récemment, la ville de Bordeaux s'est également appuyée sur le CIM pour numériser le projet d'aménagement urbain du quartier « Le Belvédère ».



Le multi-échelles, un défi de taille

Ce rapprochement ne va pas sans engendrer quelques défis, que ce soit au niveau des cultures professionnelles ou au niveau de la donnée : caractérisation, exploitation, duplication, etc.

Traditionnellement, les niveaux d'échelle utilisés pour modéliser une ville et un bâtiment ne sont pas les mêmes. D'où l'importance de la documentation de la donnée pour préciser ce genre d'informations. C'est ce que l'on appelle la métadonnée. La rigueur dans ce catalogage ainsi que la définition claire des responsabilités sont cruciales au vu de la multitude de données captées aujourd'hui (big data voire massive data).

Pour autant, Hervé Halbout se veut confiant : « Cela va se fluidifier au fur et à mesure des avancées technologiques. Je pense que nous arriverons à dépasser la frontière des formats CityGML / IFC, peut-être en nous affranchissant des logiciels, pour bénéficier d'une information unique, structurée et qualifiée ».



“

Le BIM est une opportunité d'être créatifs ensemble.

”

Didier Grosdemange

Fondateur du bureau d'études Gaïa - Terre Bleue
Vice-président de CINOV Territoires et environnement (TEN)

Le BIM au service de l'innovation écologique

Didier Grosdemange en est persuadé : « les transitions numérique et écologique qui s'amorcent doivent nous conduire à travailler sur la rupture et à innover ! »

La construction classique peut-elle devenir plus écologique en prenant conscience de l'environnement dans lequel elle s'inscrit et en s'en inspirant ?

C'est ce que préconise l'écoconception au travers de solutions bioinspirées ou biomimétiques afin de rendre le bâtiment le plus passif possible, voire neutre ou même positif. Nouvelles formes, nouveaux matériaux ou nouvelles façons de les utiliser... Une multitude d'hypothèses à tester !

« Beaucoup de projets se développent aujourd'hui autour de la recolonisation, des toits végétalisés, des jardins urbains. On voit bien que l'intégration environnementale est de plus en plus demandée. C'est une vraie tendance qui répond non seulement à des exigences réglementaires, mais aussi à une prise de conscience d'enjeux sociétaux plus larges », souligne Didier Grosdemange.

Le BIM s'avère ici particulièrement intéressant puisqu'il représente un moyen de tester ces hypothèses très rapidement et à moindre coût. Qu'il s'agisse d'utiliser des algues pour réguler la qualité de l'air ou des bactéries pour éclairer une façade, il est possible de simuler l'impact de leur mise en place et de leur utilisation. Et de retravailler ou de valider la solution en fonction des résultats !



OÙ EN SOMMES-NOUS, DE LA CONDUITE DU CHANGEMENT ?

BIM, transition numérique, vous en entendez beaucoup parler, n'est-ce pas ? Faut-il en déduire que le secteur de l'ingénierie et de la construction est arrivé à maturité sur ces questions ?

Petit point d'avancement avec Karl Marotta, directeur général du cabinet Clément et Associés Grand-Est et président de CINOV Grand-Est : « On a tendance à penser que le secteur est assez avancé. Or, cela dépend beaucoup de la phase de projet. Le BIM dans la conception est assez répandu, il arrive en réalisation, on voit des choses se mettre en place en réception... Mais le passage à l'exploitation présente encore quelques blocages, notamment au niveau logiciel, c'est une interface à travailler ».

Julien Mercier, dirigeant de la société IM-PACT et vice-président en charge de l'innovation et de la prospective du groupe de travail BIM & Transition numérique, complète : « On rencontre également des maîtres d'ouvrage qui veulent des maquettes numériques sans avoir les moyens de les faire vivre ».

La transition n'est donc pas encore une réalité sur la totalité de la chaîne.

“

Pour des collaborateurs qui ont 15 ans d'expérience et qui doivent adopter de nouvelles façons de travailler, ils ont le sentiment d'avoir à redémarrer un métier, c'est contraignant, mais aussi très intéressant.

”

Aurélie Geoffray

Directrice cellule, études d'exécution CETIS Structure





“

**Ce sont les gens qui font
le collaboratif, pas l'outil.**

”

Julien Mercier

Dirigeant IM-PACT

Président du groupe de travail BIM à la Fédération CINOV

Changer, oui, mais comment ?

Pour réaliser cette transition vers le BIM dans les conditions les plus sereines possible, il est important de communiquer sur la méthodologie employée pour transformer l'entreprise : anticiper les résistances, donner à voir les étapes d'avancement, prévoir les ressources adéquates, etc.

S'organiser pour collaborer

La « révolution » numérique du secteur de l'ingénierie et de la construction impacte principalement ses méthodes de travail.

Jean-Luc Reinerio, dirigeant du cabinet d'ergonomie Rainbow Ergonomie et vice-président de la Fédération CINOV en charge des régions, explique : « *Les architectes ont eu tendance à récupérer la fonction BIM, car ils centralisent les informations et les montent en maquette. Or, la démarche BIM se veut collaborative* ».

L'enjeu est donc, pour les différents acteurs, d'en finir avec les silos et d'apprendre à travailler ensemble. « L'ergonome peut par exemple aider le maître d'ouvrage à mieux organiser sa demande et à améliorer son utilisation de la maquette en lui permettant de visualiser l'activité future au-delà de l'aspect technique », précise Jean-Luc Reinerio. Un échange de perspectives bienvenu.

Pour Gilles Charbonnel, le BIM soulève aussi des questions sur « *la responsabilité des acteurs, la forme des livrables, les normes de bibliothèques de produits, les logiciels, la forme des échanges de données et les niveaux d'accès.* » Autant de processus à définir, à tester et à faire évoluer.

S'équiper pour modéliser et échanger

En plus, de changements organisationnels, les entreprises désireuses de travailler en BIM doivent adapter leurs ressources matérielles.

Nouveaux logiciels, augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs, serveurs capables de faire face à la quantité de données mobilisées, mais encore ?

Dans cette démarche collaborative, la communication devient primordiale, tout comme la connexion internet qui doit fournir le meilleur débit. Il faut également investir pour assurer la sécurisation des données manipulées.

« La problématique de l'interopérabilité se pose de façon beaucoup plus cruciale aujourd'hui, car ce qui est produit dans un logiciel par un corps de métier doit être utilisé par d'autres », explique Julien Mercier. Néanmoins, un logiciel comme Revit permet de faire énormément de choses !

Le changement en chiffres

Ces transformations ont un coût que le président de CINOV Grand-Est estime en moyenne à 10 000 € par poste. Il inclut dans cette enveloppe l'achat de matériel, mais aussi le temps passé en formation interne ou externe ainsi que le développement éventuel d'outils propres, pour faire la passerelle entre Revit et un logiciel métier par exemple. S'ajoute donc à ce chiffre un impact sur le rendement de la société pendant la période de transition.

Conscientes de l'investissement nécessaire, les entreprises qui se lancent dans cette transformation mesurent à la fois le coût de leur inaction (qu'advient-il si la société n'évolue pas) ainsi que la valeur ajoutée de ce nouveau fonctionnement à terme.



“

2 ans, c'est le temps moyen qu'il faut pour passer d'une organisation à l'autre.

”

Karl Marotta

Secrétaire général de CINOV Grand Est

Un écosystème en recomposition ?

Pour les dirigeants, la transformation numérique du bâtiment implique de faire face à de nouvelles demandes et à de nouvelles habitudes de travail.

« Le passage en BIM – et la transition numérique plus largement – représente un investissement fort et dans la durée de la part des entreprises, surtout de petite taille. C'est pourquoi certaines font le choix de s'associer pour répartir l'effort et répondre ensemble aux appels à projets », explique Karl Marotta.

Quelle que soit la stratégie d'investissement adoptée, les dirigeants d'entreprise du secteur partagent un besoin d'information et d'accompagnement à la gestion de ces changements.



Pas de changement sans accompagnement pour tous

Au-delà des dirigeants qui doivent porter la démarche, tous les métiers ont un rôle à jouer dans la conduite du changement vers l'adoption du BIM, et ce, dès la gestion de la demande.

Créer des espaces d'échange

Un premier niveau de communication vise à vulgariser les principes du BIM, à alerter sur les évolutions liées à la transition numérique, les bénéfices ou les écueils à éviter, etc. Cela passe par exemple par la mise à disposition de ressources comme des exemples de rédaction de conventions BIM.

« Nous travaillons régulièrement avec le Cnam à l'organisation d'événements autour du BIM. « Ingénieur des transitions », le dernier en date, a eu lieu fin 2019. L'idée est à chaque fois de mettre autour de la table des architectes, des décideurs, des donneurs d'ordre, des ingénieurs ou encore des étudiants pour parler maquette numérique et transformation organisationnelle, matérielle et humaine des entreprises », détaille le président de CINOV Grand Est.



“

Futurs ingénieurs, votre métier "post-transition numérique" ne sera pas que technique.

”

Jean-Luc Reinero

Dirigeant du cabinet d'ergonomie Rainbow Ergonomie
Vice-président de la Fédération CINOV en charge des régions

Former les profils qui seront recrutés

« Grâce à nos événements, nous avons aujourd'hui une bonne idée de ce qui est nécessaire pour cette transition », assure Karl Marotta. « Nous savons quelles compétences et quelles coopérations sont nécessaires, aussi bien du côté des candidats que des recruteurs. »

Les attentes de ces derniers se modifient en effet légèrement et les formations initiales comme continues doivent préparer à l'utilisation des méthodes et du matériel BIM.

« Le fait que la formation aux outils BIM figure parmi les formations collectives financées à 100 % par l'Opco Atlas démontre que la profession l'a identifiée comme une priorité », assure Karl Marotta. Pour autant, comme l'indique Jean-Luc Reinero, « derrière Allpla, Revit, il y a de la valeur humaine ».

La formation facilite donc l'adaptation organisationnelle et matérielle en travaillant aussi sur le savoir-être.

Un changement... qui dure !

Avec la transition numérique, le rythme s'accélère. Pas le temps de passer de l'état A à l'état B que déjà l'état C pointe le bout de son nez. Comment ne pas s'épuiser dans cette course à l'innovation ? L'une des clés réside sans doute dans la capacité à s'adapter en continu.

Bien sûr, ancrer une culture du changement permanent représente un défi, mais cette capacité d'adaptation, tant au niveau de l'organisation que de l'individu, est en passe de devenir la compétence n°1. Une opportunité pour les petites structures, souvent considérées comme fragiles, de démontrer qu'elles sont également agiles !

Cette nouvelle temporalité touche les métiers et leur évolution, mais le bâtiment lui aussi subit le passage du temps. Or, la notion de mise à jour de la maquette numérique n'est pas toujours anticipée bien que les données évoluent sans cesse.



RETOURS D'EXPÉRIENCE BIM

Nous l'avons vu, les promesses du BIM sont attractives et ses applications nombreuses. Les témoignages à la suite démontrent également le caractère itératif du processus.

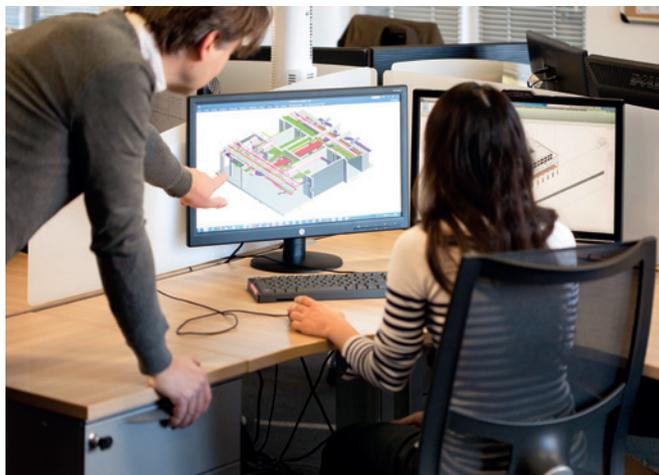
Itinéraire d'une transition BIM

En 2015, le bureau d'études Faséo commence à s'intéresser au sujet du BIM grâce à une expérience menée par le CINOV dans le cadre du PTNB. Réunis dans des ateliers BIM virtuels, différents corps de métier conçoivent alors la maquette numérique d'un bâtiment existant.

Étape 1 : essayer les plâtres pour la bonne cause

« Autant vous dire qu'entre le climaticien, le plombier, l'électricien, l'ingénieur structure, etc., ce n'était pas toujours simple, car nous ne parlions pas le même langage », avoue **Benoît Géhin**, dirigeant de Faséo et membre du CINOV. « À l'époque, nous avions en plus besoin de créer des objets alors qu'aujourd'hui beaucoup sont disponibles via les bibliothèques ou les fabricants. Il était également difficile d'implanter géographiquement les éléments sur la maquette. Par exemple, l'export IFC issu de ArchiCad ne reconnaissait pas les murs comme des surfaces. Bref, en 2016, nous avons décidé de former nos équipes à raison de 3 ou 4 jours sur la méthodologie et 2 à 3 jours sur la partie métier.

Grâce à cet investissement et au fur et à mesure des projets, nous avons acquis une meilleure expertise et surtout la conviction de l'utilité du BIM. Sous réserve que la méthode soit cadrée dès le départ avec des vues et des cartouches pour permettre de réellement gagner du temps. »



Benoît Géhin

Dirigeant de Faséo
Membre du CINOV

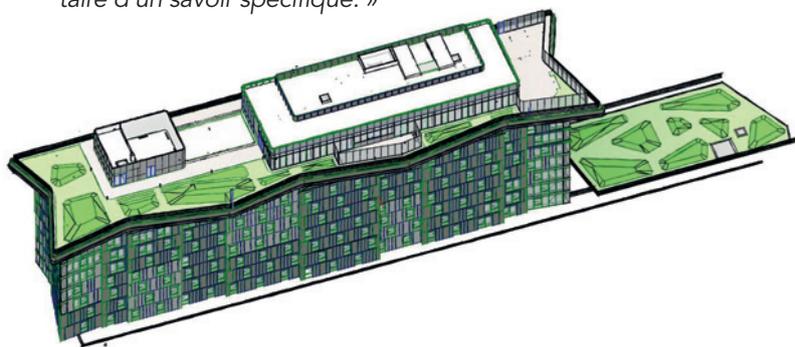
“

Nos métiers vont plus loin que ceux du jeu vidéo : nous faisons de la virtualisation... qui devient réelle !

”

Étape 2 : jouer collectif

« Depuis, nous avons pu faire l'expérience du BIM sur différents types de projet, notamment l'hôpital Henri Mondor dans le Val-de-Marne et plusieurs hôtels à Porte de Versailles. La différence ? Dans le 1^{er} cas, la collaboration était assez fluide, car tout le monde travaillait en BIM. Nous avons rencontré des problématiques de chantier, mais sans lien avec la maquette numérique. Nous avons pu produire les études d'exécution BIM et le maître d'ouvrage disposera très prochainement d'une maquette finalisée " tel que construit ". En revanche, dans le second cas, nous avons dépensé beaucoup d'énergie à colmater les brèches, car c'était une première pour le client et tous les acteurs n'étaient pas équipés. Pourtant, il est très important que chaque métier s'implique dans la construction de sa maquette, car chacun est dépositaire d'un savoir spécifique. »



Étape 3 : revaloriser les métiers de la construction

« Le BIM offre un regain d'attractivité aux métiers de l'ingénierie et de la construction. Cette revalorisation suppose de conserver une expertise et un savoir-faire métier tout en introduisant des compétences BIM et une capacité à se former tout au long de la carrière. L'avantage pour les jeunes diplômés, c'est que ça bouge très vite, donc ils peuvent être force de proposition dès la sortie de l'école. »

Le BIM vu par...



... L'ACOUSTIQUE

Tony Lethuillier, responsable R&D et associé Gamba acoustique, membre du CINOV GIAc et du groupe de travail BIM & Transition numérique :

« Pour l'acousticien, qui traditionnellement ne fait pas de plan, les choses n'ont pas encore beaucoup évolué. Le plus souvent, il travaille sur des projets BIM, mais "à l'ancienne" : ce sont les BIM managers ou les architectes qui centralisent et retranscrivent dans la maquette. Les informations techniques sont donc souvent écrites comme un commentaire et non dans une "case" informatiquement dédiée, ré-exploitable par les outils métiers. Car en effet, pour l'acoustique comme pour les autres spécialités, des outils BIM Acoustique commencent à voir le jour, mais l'interopérabilité reste à ce stade encore très faible. Il faut toujours re-rendre et re-dessiner une bonne partie du projet. C'est néanmoins le signe que petit à petit le métier change et intègre le BIM.

L'enjeu principal pour nous, comme pour les autres spécialités, c'est la normalisation qui va structurer l'information transposée dans la maquette. Elle aura ses "cases" identifiées et identifiables par tous les outils. La 1^{re} norme européenne en matière de BIM acoustique est d'ailleurs actuellement en cours de rédaction. Nous devrions voir d'importants progrès en termes d'interopérabilité une fois que les éditeurs de logiciel s'en seront saisis. En attendant, on continue de suivre le sujet et de se former aux logiciels type Revit ! »



... L'INDUSTRIE

Joseph Irani, expert industrie B4E :

« Le bâtiment industriel est beaucoup plus flexible que le bâtiment tertiaire : le type de production change régulièrement et, avec lui, l'aménagement du process, des auxiliaires de la production et par conséquent les enjeux règlementaires et environnementaux.

Les simulations de comportement sur les sites industriels existent depuis longtemps, mais la numérisation associée à la puissance des machines d'aujourd'hui permettent d'aller plus loin et de gagner du temps sur l'exploitation des modèles. Dans le cas de la modélisation d'un comportement énergétique d'un nouvel atelier, on peut par exemple intégrer tout de suite les impacts liés à un changement de ventilation. Et donc choisir en connaissance de cause entre une ventilation globale ou spécifique à chaque étape du procédé de fabrication ! »



... L'INFRASTRUCTURE

Laurent Piriou, directeur opérationnel associé de Servicad, société d'ingénierie et de topographie des infrastructures :

« Nous travaillons en 3D depuis très longtemps, mais nos logiciels métiers, qu'il s'agisse de Covadis (Geomedica) ou Mensura (Geoltmensura) n'ont pas encore atteint le niveau de performance BIM des logiciels bâtiment ou structures, ce qui pose parfois des problèmes de compatibilité. C'est pourquoi nous utilisons également Revit pour modéliser nos projets. Nos exports IFC alimentent ensuite la maquette du BIM manager.

Appliquer le BIM en infrastructure est assez contraignant, car il s'agit d'un processus issu de l'industrie puis du secteur du bâtiment. On hérite donc de logiques métiers qui ne sont pas toujours adaptées. La maquette numérique fonctionne sur la base d'objets indépendants et assemblés alors qu'en infrastructure, tout est imbriqué par la logique d'une construction d'éléments géométriques, interdépendants et souvent de forme linéaire. On constate aussi que le processus BIM est encore le plus souvent appliqué seulement dans les opérations de VRD (Voirie et réseaux divers) connexes à un projet de bâtiment ou à un projet d'ouvrage d'art car amené par ce dernier. Mais la culture BIM imprégnant assurément le monde des infrastructures et des VRD, nous constatons que les donneurs d'ordres de projets sont de plus en plus intéressés et sensibles à ces nouvelles dimensions de nos réalisations. »

PROSPECTIVES

Jusqu'où aller avec le numérique ?

Nous l'avons vu, les niveaux de maturité du BIM sont très hétérogènes et son adoption encore en cours. De la pédagogie sera donc encore nécessaire avant que le secteur ne retrouve un équilibre dans cette transformation numérique. Mais qu'il s'agisse de visualiser ses plans sur smartphone ou de suivre un chantier en réalité augmentée, les nouveaux usages sont déjà là.

Trois tendances BIM pour les prochaines années

1 Démocratisation du BIM au-delà de la conception et notamment en exploitation

Quand on sait que 75 % du coût global d'un bâtiment sont liés à son exploitation, on mesure mieux les enjeux liés à la mise en œuvre du BIM et à son appropriation par tous les acteurs de la chaîne.

2 Prise en compte de l'expérience utilisateur

On la retrouve à plusieurs niveaux : celui de l'anticipation des usages, du recueil des attentes, mais également au niveau des logiciels qui devront se faire « plus conviviaux » que les logiciels de bureaux d'études pour être utilisables par les exploitants.

3 Amélioration de l'interopérabilité

Autre solution pour favoriser l'utilisation de la maquette par tous, y compris en exploitation, l'OpenBIM ! En parallèle, une standardisation des formats d'exploitation BIM propriétaires est à l'œuvre.

Vers le generative design ?

La conception « générative » ou itérative met des algorithmes d'intelligence artificielle au service de la conception. Le « generative design » assiste l'ingénieur en lui proposant un grand nombre de solutions de conception optimisées en fonction des contraintes et besoins d'optimisation qu'il aura spécifié.



“

La base mathématique et physique reste une condition nécessaire, mais plus suffisante.

”

Alain d'Iribarne

Directeur de recherche au CNRS

Le métier d'ingénieur face à cette transition

Alain d'Iribarne, économiste et sociologue du travail, est également directeur de recherche au CNRS. Il a accepté de voyager avec nous à la rencontre de l'ingénieur de demain.

L'art de bâtir et construire restera au cœur du métier d'ingénieur

À la différence du scientifique ou du chercheur, l'art de l'ingénieur est un savoir-faire : celui de construire des objets techniques.

Héritiers des traditions des bâtisseurs comme des militaires, les ingénieurs français ont la particularité d'être formés dans des écoles dédiées et non à l'université. Ils y reçoivent une très solide formation en physique et en mathématiques qui fait leur renommée à l'étranger. Grâce à ces acquis, ils deviennent créateurs de technique sans passer nécessairement par la case science.

L'ingénierie a ainsi été à l'origine de l'informatique industrielle, porteuse de nouvelles générations de machines et d'outils de conceptualisation, notamment de conception assistée par ordinateur. Ainsi, le BIM correspond à l'application dans le secteur du bâtiment de ce qui avait été implémenté précédemment dans l'automobile ou l'aéronautique.

Les ingénieurs doivent conserver leur maîtrise des bases (mécanique des fluides, etc.) tout en développant leur capacité à utiliser les outils informatiques au maximum de leur potentiel. Enfin, ils doivent pouvoir échanger avec d'autres spécialités d'ingénieurs, mais aussi d'autres disciplines ! Cette évolution implique que la filière s'intéresse davantage aux sciences du vivant et aux sciences sociales.

L'expérience utilisateur comme finalité de la démarche collaborative

La maquette 3D, en tant qu'outil de design reprenant les propriétés des pièces dessinées, a permis le développement de l'ingénierie concurrente¹. En France, il s'agit d'une approche à contre-courant, car nos logiques métiers sont très ancrées dans le domaine de la construction. Sous l'impulsion d'autres secteurs, on voit de plus en plus émerger des discussions autour des usagers et des usages. Dès lors, une question se pose : jusqu'où aller dans la démarche de collaboration ? Après le gros œuvre, faut-il intégrer le second œuvre ? Les aménageurs ? Les usagers ?

Cette idée de faire participer, directement ou non, l'utilisateur final dès les premières phases du processus de construction rejoint le concept d'expérience utilisateur, très répandu dans la conception web par exemple.

¹ Également appelée ingénierie simultanée, cette méthode de travail consiste à impliquer, dès le début d'un projet, toutes les parties prenantes pour acter les objectifs et l'ensemble des actions et activités à réaliser.

L'esprit d'équipe et d'entreprise

Comme beaucoup de professionnels aujourd'hui, l'ingénieur doit devenir entrepreneur de lui-même et faire de son employabilité un élément d'assurance. Il est important de préciser que la capacité à entreprendre n'est pas réservée aux indépendants et chefs d'entreprises : on peut aussi être entreprenant pour le compte d'un employeur ! Le travail en équipe est également une composante de plus en plus importante du métier d'ingénieur. La capacité à rentrer en contact « convenable » avec l'autre, c'est-à-dire en le considérant et en le respectant, sera donc d'autant plus valorisée. Dans un contexte toujours plus international et mobile, cela passe également par une maîtrise des langues et une capacité d'acculturation.



“ **L'ingénieur doit devenir entrepreneur de lui-même.** ”

Construire en responsabilité

De par leur métier, les ingénieurs contribuent à l'évolution de la société puisqu'ils fabriquent les outils, façonnent les bâtiments et les infrastructures. De ce pouvoir découle une responsabilité : celle d'être d'« honnêtes » hommes (ou femmes !) au sens classique du terme, même si cela contraste avec l'image de spécialiste qui leur est traditionnellement attachée.

L'ingénieur doit donc, plus que jamais, être capable de réfléchir sur le sens des choses. Il ou elle doit pouvoir à tout moment regarder ce qui est construit et prendre le recul nécessaire pour le voir comme objet constitutif d'une société.

C'est pourquoi nous, en tant que société, devons nous assurer que la formation d'ingénieurs fabrique bien ces profils, capables de percevoir l'impact économique, social et politique de ce qu'ils font.

“ **L'ingénieur de demain doit être un “honnête” homme ou une “honnête” femme.** ”



SE FORMER AUX MÉTIERS DU BIM

EN FORMATION INITIALE

► BIM Manager

Cursus : bac + 5 et plus en école d'ingénieur, école d'architecture ou un master universitaire avec spécialisation en ouvrages complexes, génie civil, BTP ou encore informatique...

Diplômes et organismes : référencés sur le site Concepteurs d'Avenirs
<https://www.concepteursdavenir.fr>

EN FORMATION CONTINUE

► Certificat de qualification professionnelle (CQP) BIM Modeleur (dessinateur-projeteur)

Public concerné : jeunes de moins de 26 ans ; salariés ; demandeurs d'emploi de plus de 26 ans souhaitant évoluer vers le BIM

Organismes de formation :

CESI (92023 Nanterre Cedex) : <https://www.cesi.fr/>
Couverture géographique : Nanterre, Bordeaux, Strasbourg, Nantes et Montpellier
Adresse : Campus CESI Nanterre – Paris
93 boulevard de la Seine, CS 40177, 92023 Nanterre Cedex
Contact : Maelig Gesbert
Tél. : 01.55.17.80.90
Courriel : alternance.nanterre@cesi.fr

WebForce 3 : <https://www.wf3.fr>

Couverture géographique : Paris, Lyon, Lille, Marseille et Toulouse
Contact : Maxime Delayer
Tél. : 08 05 62 23 45 (numéro vert)
Courriel : info@wf3.fr

► Action collective : BIM - Modélisation numérique de la construction

Découpé en quatre modules :

Lot 1 - Sensibilisation aux enjeux du BIM

Lot 2 - Les outils BIM du bâtiment

Lot 3 - Les outils BIM des infrastructures et réseaux

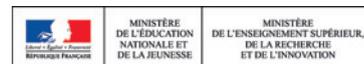
Lot 4 - Le BIM un mode de travail collaboratif

Public concerné : salariés

Organismes de formation : 14 sur tout le territoire à retrouver sur le site de l'Opco Atlas :
<http://plateforme-actions-collectives.fafiec.fr/>



Action financée et pilotée par l'Opco Atlas selon des axes de coopération définis dans la convention signée avec le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse et le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation avec le concours des fonds collectés au titre de la taxe d'apprentissage.



CINOV REX BIM Tour

De la conception
à la maintenance

15 ÉTAPES JUSQU'EN 2021 POUR
DÉMYSTIFIER, SIMPLIFIER
ET CONFRONTER
LES APPROCHES BIM À TOUTES
LES ÉTAPES DU PROJET

ÉTAPE 1 · NANCY 4 DÉCEMBRE 2018

ÉTAPE 2 · LYON 13 MAI 2019

ÉTAPE 3 · AIX-EN-PROVENCE 21 JUIN 2019

ÉTAPE 4 · TOULOUSE 2 OCTOBRE 2019

ÉTAPE 5 · CLERMONT-FERRAND 27 NOVEMBRE 2019

ÉTAPE 6 · LA SALINE-LES-BAINS 5 MARS 2020

ÉTAPE 7 · MONTPELLIER 24 SEPTEMBRE 2020

ÉTAPE 8 · NANTES 13 OCTOBRE 2020

ÉTAPE 9 · BORDEAUX 24 NOVEMBRE 2020

ÉTAPE 10 · ROUEN 8 DÉCEMBRE 2020

EN 2021

ÎLE-DE-FRANCE, HAUTS-DE-FRANCE, GUYANE-ANTILLES,
CENTRE, BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ



EN SAVOIR + www.cinov.fr / www.rexbimtour.fr

Un événement soutenu par

Les partenaires du REX BIM Tour

