

PROCESSUS BIM : REMETTRE L'ARCHITECTE AU CENTRE DU PROJET

To BIM or not to BIM ?



AUTODESK

Introduction

01. La France, le BIM et les enjeux du métier d'architecte

La réalité du BIM en France

Tour d'horizon du BIM en Europe

Les enjeux des architectes français en 2021

Le BIM et les architectes français :
un statu quo bientôt en phase d'accélération ?

02. Concevoir et modéliser selon le processus BIM

Améliorer la communication du projet grâce au BIM

Favoriser une meilleure économie du projet

La simulation des performances
énergétiques et structurelles

Capture de la réalité et rétroconception

La collaboration entre acteurs du projet

03. La conception de demain

Les considérations écologiques
et durables au cœur des problématiques

2050, odyssée de la conception générative
et de l'automatisation ?

L'architecte du futur :
vers la généralisation des usages BIM

Glossaire



Qu'est-ce que le BIM ? Un logiciel ? Une technologie ? Une méthodologie ?

Depuis ses premiers développements il y a quelques décennies, il s'est avéré plutôt ardu de mettre tout le monde d'accord sur une définition claire du concept. Arrêtons-nous d'abord sur l'acronyme anglais BIM : Building Information Modeling, Building Information Model que certains appellent aussi Better Information Management. Ici le terme Building s'entend de manière très large puisqu'il comprend tous types de **bâtiments et d'infrastructures** possibles et imaginables. Vient ensuite Information, et c'est sans doute le cœur même de la notion puisque par « **informations** » il faut entendre « **données** » et surtout, tous **les processus qui permettent une circulation intelligente et un partage fluide des informations, dans leur intégralité, auprès des différents acteurs du projet.**

Enfin, le terme Modeling renvoie à la notion de **modélisation géométrique via une approche de conception paramétrique 3D** qui permet de visualiser l'apparence et de consulter les données d'un projet de bâtiment. Pour l'architecte, travailler sur une maquette, qu'elle soit réalisée en carton, popenbimer ou balsa, est un fonctionnement, un mode de pensée pour le moins séculaire. **Aussi, le BIM n'est rien d'autre que l'évolution naturelle des us et coutumes de l'architecte à l'ère moderne.**

Le phénomène BIM : un vif débat dans la communauté des architectes français

Effectivement, le BIM fait appel à des technologies et des solutions permettant de modéliser et structurer intelligemment le modèle 3D du bâtiment ou de l'ouvrage d'art et ses informations associées. Par ailleurs, Autodesk a fortement contribué à son essor et son développement depuis des années. **Mais le BIM, c'est avant tout un ensemble de méthodologies et de processus qui orchestrent la collaboration entre différents acteurs autour d'un projet à la tête duquel se trouve l'architecte.**

Véritable maître d'œuvre, l'architecte va se saisir de ces méthodes pour concevoir et superviser un projet, fruit de sa création, pour piloter son évolution, sa construction et sa vie.

L'arrivée du BIM dans les habitudes du métier constitue une révolution, une onde de choc positive semblable à la découverte de la perspective par les architectes de la Renaissance Italienne ou encore à la mise au point par Eugène Viollet-le-Duc au 19^e siècle des jalons édificateurs de la restauration du patrimoine. C'est également une formidable occasion pour la profession de reprendre le contrôle sur son métier, d'affirmer la créativité qui est la sienne et sa vision globale intégrant tous les aspects importants du projet : sociaux, économiques, constructifs, spatiaux et esthétiques.

Depuis quelques décennies déjà, le secteur de la construction n'est pas épargné par l'exigence d'accélération et de numérisation des processus. C'est simple, tout doit aller toujours plus vite, les délais sont de plus en plus courts et les marges se réduisent avec la diminution des coûts demandée par la maîtrise d'ouvrage. **Le BIM permet alors aux architectes de se saisir de ces méthodologies et outils numériques pour réinventer, mais surtout se réapproprier leur métier.** Loin d'être un frein à la créativité, le BIM se positionne comme l'allié le plus précieux de l'architecte du 21^e siècle.

Pourtant, sur le sol français, quelques irréductibles résistent encore ! Le BIM peine à faire entendre sa voix et fait l'objet de nombreuses réticences et fausses croyances.

- **Pourquoi est-ce si important pour les métiers de l'architecture de poursuivre les efforts en matière d'acculturation aux processus BIM ?**
- **Comment le BIM permet-il d'apporter une réelle valeur ajoutée aux impératifs et enjeux du métier d'architecte ?**
- **Pourquoi le BIM permet-il de franchir un nouveau cap en termes de collaboration des acteurs d'un projet de construction ?**

Dans ce guide, vous trouverez un début de réponse et de réflexion sur ces sujets. **Bonne lecture !**





01

La France, le BIM et les enjeux du métier d'architecte

L'herbe est-elle vraiment plus verte ailleurs ?



Le BIM en France : que dit la loi ?

À l'heure actuelle **aucune législation ni aucun règlement n'impose l'utilisation du processus BIM en France**. Il y a pourtant eu ces dernières années quelques tentatives, notamment lors du quinquennat de François Hollande. Une feuille de route avait été lancée en 2014 par le PTNB (Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment) et semblait annoncer que d'ici 2017, le BIM deviendrait obligatoire pour les marchés publics. La question d'un dispositif légal demeure aujourd'hui toujours en suspens et seule la recommandation est de mise, à l'image du Plan BIM 2022 qui la privilégie.

Quant à l'enseignement des processus BIM dans les écoles d'architecture, le Ministère de la Culture n'a pour le moment rien statué. L'enseignement et la formation à cette méthodologie dépendent donc du bon vouloir des directeurs d'école et des professeurs et surtout, de leur appétence et de leur compréhension de ces sujets. Mais si l'on regarde de plus près l'opinion générale des écoles sur la question du BIM, la balance penche malheureusement plus vers le manque de priorité ou l'indifférence envers ces méthodes. Cette méfiance à l'égard de ce que certains nomment « l'informatique », n'est cependant pas nouvelle et persiste depuis le début de la numérisation.

Pour les acteurs de la construction, il existe des formations comme des mastères BIM, dispensées par quelques rares écoles (ESTP, Ponts et Chaussées, CESI, ESITC parmi les plus réputées). Les futurs BIM Managers seront ainsi opérationnels pour mettre en place des processus BIM au sein des entreprises qu'ils intègrent. Ils pourront alors coordonner les différentes phases de construction d'un bâtiment, dès sa conception et en faciliter la construction puis optimiser l'exploitation tout au long de son cycle de vie. Même si c'est un point plutôt encourageant quant à l'acculturation au BIM, tout reste encore à faire du côté des architectes et ingénieurs, notamment pour les TPE/PME.

Ce statu quo ou plutôt ce vide législatif tant au niveau de la formation que de l'utilisation du BIM, unique en Europe, favorise une forte disparité dans la profession d'architecte et ce, dès les bancs de l'école. **Et aujourd'hui, à peine un tiers des agences d'architecture françaises a adopté les processus BIM.**

Le Plan BIM 2022 : un premier élan vers la généralisation du BIM en France ?

Depuis quelques années maintenant, **le PTNB (Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment)** œuvre pour favoriser la numérisation du bâtiment, un secteur encore frileux à s'investir dans le numérique et qui peine à moderniser ses outils de travail. Le PTNB intervient sur trois axes : **l'évangélisation, l'accompagnement et le développement autour d'un écosystème numérique**. Dans un esprit de continuité, le Plan BIM 2022, missionné par l'État, a pour objectif d'entériner la généralisation et le déploiement du BIM dans l'ensemble du secteur de la construction. Outre une levée de fonds, il s'appuie sur un système de recommandations à destination du maître d'ouvrage, des entreprises et de tous les acteurs d'un projet. Recommandations qui orientent l'utilisation de la méthodologie BIM dans la réalisation dudit projet.

Aucune obligation, rien de légal dans ces recommandations. **Toutefois, leur portée juridique, voire assurantielle, permet de donner à l'usage du BIM une crédibilité nouvelle qui démontre les réelles avancées du déploiement de cette méthodologie sur le territoire français, au-delà du secteur de la construction avec surtout, une toute nouvelle résonance auprès des architectes.**

De plus, **la propriété intellectuelle et les notions de responsabilité** liées à l'utilisation d'un processus BIM par plusieurs acteurs sont encore largement débattues. La jurisprudence en la matière est balbutiante et reste à construire.

Il faudrait pouvoir montrer aux architectes en devenir comment le BIM va littéralement changer la donne en matière de relation entre les acteurs d'un projet mais aussi sur la manière dont le BIM donne une nouvelle impulsion au métier.



Tour d'horizon du BIM en Europe

NORVÈGE : La législation norvégienne impose l'utilisation du BIM pour les projets publics de bâtiments.

En **FINLANDE**, l'agence nationale du patrimoine public a rendu obligatoire l'utilisation des processus BIM sur ses projets depuis 2007.

ROYAUME-UNI : Entré en vigueur le 4 avril 2016, le UK BIM Mandate rend obligatoire, pour les marchés publics d'état hors collectivités, l'utilisation du BIM de niveau 2. En 2016, 58% des architectes britanniques utilisaient déjà le BIM.

Le **DANEMARK**, qui a vu naître le BIM à la fin des années 2000, impose à la maîtrise d'ouvrage telles que la régie des palais et des domaines, la régie immobilière des universités danoises et le service de construction de la Défense, le recours à un processus BIM.

ALLEMAGNE : Les pouvoirs publics allemands ont pris position en 2016 pour le déploiement du BIM dans les marchés publics et ont élaboré une feuille de route pour que le BIM devienne la nouvelle norme pour les projets d'infrastructures de transport en 2020.

Depuis 2012, le Ministère de l'Intérieur des **PAYS-BAS** exige que tous les grands projets de rénovation des bâtiments publics passent par l'utilisation du BIM.

La **BELGIQUE** ne connaît pas encore de législation favorisant l'utilisation du BIM dans les marchés publics. Il s'agit d'une décision laissée à la responsabilité des entreprises du secteur privé. Cependant, le CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) œuvre assidûment afin de mettre en place de bonnes pratiques, des standards et outils au travers de plusieurs groupes de travail intégrant les professionnels du secteur.

ITALIE : En juillet 2016, le ministère de l'Équipement italien annonce la création d'une commission chargée d'élaborer une feuille de route pour le déploiement du BIM dans le pays à l'horizon 2022. En outre, pour un grand nombre de bâtiments historiques, l'Italie a systématiquement recours à la capture de la réalité. Le BIM est obligatoire (Décret Baratonno) pour tous les projets d'Infrastructure de plus de 100 millions d'euros depuis 2019.

Sources : PTNB & Autodesk & Maître David Richard



Les enjeux des architectes français en 2021

Se réapproprier les innovations

Contrairement aux acteurs du bâtiment, les architectes ont été les premiers à se saisir des opportunités offertes par le numérique. Cela est en grande partie dû à l'émergence de solutions innovantes 3D pour les architectes souvent sur plateforme MacOS au début des années 90. Puis, l'arrivée sur le marché du PC et de certains logiciels comme AutoCAD ont contribué à la démocratisation de l'accès au numérique. Cependant, la table à dessin numérique AutoCAD a aussi maintenu une grande majorité des architectes dans le gouffre de la 2D alors que la modélisation 3D paramétrique ou même semi-paramétrique s'installait déjà dans d'autres sphères.

Certes l'approche numérique est un progrès indéniable mais la 2D se contente de « dessin » numérique, sans qu'il n'y ait aucune intelligence associée à ces tracés ni aucune information rattachée aux documents du projet. Or, la modélisation en 3 dimensions fait partie de l'ADN de l'architecte et cela depuis toujours. L'architecte voit en 3 dimensions et conçoit et imagine des espaces tridimensionnels, des géométries et des volumes. **Voilà pourquoi il est essentiel qu'il puisse se saisir des récentes innovations du BIM qui intègre la 3^e dimension mais bien plus encore, jusqu'à la 8^e dimension, voire plus. Parce que derrière ces processus, se trouvent en réalité une certaine continuité et une adaptation des méthodologies séculaires de l'architecte.**

Que cela soit à l'aide de la traditionnelle maquette en carton ou de l'innovante maquette BIM, le cheminement créatif de l'architecte demeure inchangé.

Se réapproprier le projet... et le métier !

Désormais, les principaux acteurs du marché de la construction ont compris tout l'intérêt d'investir dans le BIM. Ils sont à l'heure actuelle porteurs d'innovation avec la maîtrise du BIM, de la conception générative, de la visualisation photoréaliste ou encore de l'automatisation des tâches. **Si bien qu'il n'est plus rare de voir les bureaux d'études, les ingénieurs et autres entreprises de construction prendre le dessus sur les projets par rapport aux architectes.**

Les conséquences d'un tel revers ? Lorsqu'une agence d'architecture remet ses plans et ses créations 2D à un bureau d'études qui, lui, travaille selon le processus BIM, celui-ci peut très facilement mettre le doigt sur les défauts de conception du projet. Grâce à la précision et à la rationalité implacables du BIM, il est capable de voir immédiatement les dysfonctionnements des espaces, la mauvaise estimation des coûts et des matériaux, le sous-dimensionnement des éléments. **Avec un tel déséquilibre, l'architecte ne peut que perdre le contrôle d'un projet qui est pourtant sien.**

Or, la création de la maquette, le modèle d'origine et les modifications inhérentes devraient toujours revenir à l'architecte, véritable chef d'orchestre du projet. Après tout, il crée depuis toujours ses maquettes, qu'il s'agisse de perspectives ou croquis à la main ou simplement de maquettes en carton, il n'y a aucune raison valable pour que cela ne soit pas le cas d'une maquette réalisée en processus BIM. **Pour se réapproprier son métier et redevenir le garant du projet, de sa créativité et de sa cohérence globale, l'architecte n'a pas d'autre choix que de se saisir de la révolution BIM qui lui apporte des arguments tangibles et rationnels pour pouvoir communiquer et défendre son projet face aux autres intervenants.**

Assurer la compétitivité en France et à l'international

Si l'on s'arrête quelques instants sur l'infographie (page 6), un constat s'impose. Une très grande majorité de nos voisins européens ont déjà (et depuis quelques années maintenant) pérennisé et imposé l'usage du BIM pour les projets de bâtiments et plus récemment d'infrastructures. Aujourd'hui, nous sommes dans un système global qui ne s'arrête plus aux frontières françaises.

En effet, les architectes sont amenés à collaborer sur des projets à échelle européenne et même mondiale. **Donc si un architecte en France souhaite participer à un concours où le BIM est très souvent imposé, il ne pourra pas y répondre sans une assimilation et une maîtrise totale de cette méthodologie.**

Autre facteur à considérer, le nombre croissant d'agences françaises d'architecture qui se mettent au BIM. Ce même architecte, qui reste cantonné aux processus 2D, se ferme aussi les portes de la compétitivité à l'échelle nationale et internationale. Voilà pourquoi la question de la compétitivité inter-entreprise est un enjeu crucial pour les architectes.

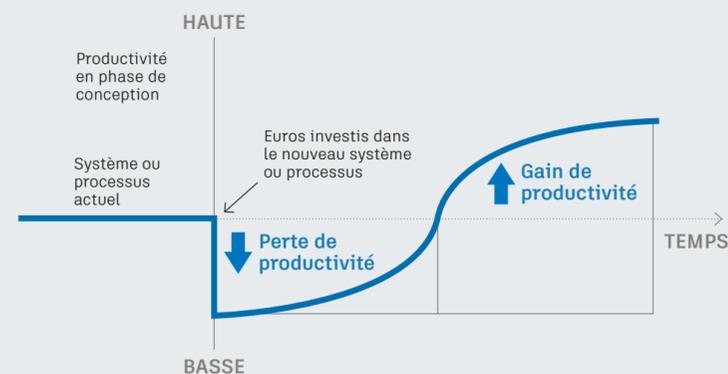
Si une agence d'architecture n'est pas en mesure de répondre en BIM à des concours ou à des appels d'offres en France ou à l'international, elle prend le très grand risque de voir des projets d'envergure lui échapper.

Le BIM et les architectes français : un statu quo bientôt en phase d'accélération ?

Le palmarès des principaux freins à l'usage du BIM

L'investissement financier, l'investissement temps

Trouver des organisations compétentes pour dispenser les formations sur les logiciels associés au BIM a un réel coût. Et investir dans lesdits logiciels implique bien souvent de renouveler le parc informatique, éventuellement le réseau et d'investir dans une plateforme collaborative. En outre, les formations nécessitent du temps et la mobilisation de ressources : personnes et budget. Il faut donc être conscient qu'à partir du moment où l'on investit dans le BIM, la productivité sera quelque peu impactée pendant 6 mois, voire un an. **Mais les retours sur investissements et les retombées économiques compensent largement (et bien au-delà) ces quelques mois difficiles de mise en route.**



Courbe reflétant la productivité générée par l'investissement pendant la phase conception.

La courbe illustre l'évolution de la productivité lors de l'adoption d'un nouveau système/mode de travail. Le temps de formation est celui nécessaire à un utilisateur pour devenir aussi productif avec la nouvelle approche qu'avec l'ancienne. Ce changement apparaît lors de l'intersection de la courbe avec l'axe horizontal.

Petit aperçu des agences françaises...

La configuration des agences d'architecture françaises est assez singulière par rapport à celles des nations voisines. On compte environ 10 880 agences pour environ 29 900 architectes. Au Royaume-Uni ou encore aux États-Unis, il est relativement courant de trouver des structures de plus de 400 personnes, alors que les effectifs des agences françaises sont bien plus modestes.

On trouvera davantage de structures de 40 à 50 collaborateurs voire de 1 à 4 personnes.

Les agences de **plus de 150 personnes** sont de fait, plus rares et en France, on estime qu'elles sont **entre 15 et 20**. Cette disparité bien française, outre des ressources qui diffèrent, met aussi en lumière un décalage au niveau de la maturité des attentes qui ne seront pas les mêmes d'une agence à une autre.

Par exemple, plus les architectes œuvrent dans des petites structures plus il sera commun d'entendre qu'ils n'auront ni le temps ni les moyens financiers d'investir dans le BIM. À l'inverse, des structures de plus grande taille auront logiquement plus de ressources et de temps à investir !

85%*

des structures plus de 250 salariés ont recours au BIM et souhaitent continuer.

En revanche, **les structures de moins de 10 salariés semblent moins intéressées par le BIM :**

17%*

d'entre elles ne l'ont jamais utilisé et ne souhaitent pas y recourir.

*Source : étude Autodesk, 2019

La maturité de l'écosystème

Même si de nombreuses agences comprennent clairement les avantages qu'apporte le BIM, les acteurs de la construction avec lesquels elles collaborent restent cantonnés à des méthodes traditionnelles où le numérique n'a même parfois jamais fait son apparition. Puisqu'il n'y a pas de demandes spécifiques du marché d'utiliser les processus BIM et puisqu'il n'est pas obligatoire en France, beaucoup d'agences renoncent donc à se former et à changer leurs processus.

À l'inverse, beaucoup d'agences, ayant eu vent du potentiel projet de loi de Cécile Duflot, ont investi dans des logiciels et des formations BIM pour en anticiper la pérennisation des usages. Avec le recul, bon nombre d'entre elles ne regrettent pas cet investissement qui les a évidemment rendues plus efficaces et compétitives.

Il y a en France de grandes difficultés à raisonner en termes de retour sur investissement. La notion de ROI étant très anglo-saxonne, beaucoup de structures françaises peinent donc à franchir le cap du BIM.

Le numérique et l'Intelligence Artificielle signent-t-il l'arrêt de mort de la créativité ?

Prenons l'exemple du Generative Design ou conception générative, dispositif d'Intelligence Artificielle. C'est une approche qui a pour objectif de générer des hypothèses et des variantes, en réponse à certaines contraintes de projet. Il s'agit aussi de générer de manière automatique des propositions de projets de maquettes BIM. Ce concept donnant libre cours à l'automatisation, laisserait à penser que les capacités computationnelles des machines se substituerait à la créativité de l'Homme. **L'Intelligence Artificielle, l'automatisation des tâches et de manière plus générale le numérique formatent-ils ainsi l'intellect et la créativité de l'architecte ?** Cette fausse croyance est toujours persistante même si les mentalités évoluent peu à peu. Finalement, c'est une manière de penser assez courante, nous craignons les concepts que nous ne connaissons pas et qui font figure de nouveauté.

Beaucoup d'architectes qui se sont approprié outils et processus numériques ont rapidement compris toute l'aide que cela pouvait leur apporter. Parce qu'il s'agit bel et bien d'une aide, d'un accompagnement et non pas d'une substitution ou d'un remplacement qui mettrait en péril la créativité de l'architecte. Cela accélère le processus de recherche, de manière assez basique, et donne des indications et des hypothèses en l'espace de quelques minutes, contrairement aux semaines qu'un processus manuel aurait nécessitées.

La conception générative est une méthodologie qui s'avère être une aide précieuse, un véritable accélérateur de la conception, dans un contexte où les contraintes de délais sont de plus en plus importantes. S'appuyer sur la conception générative pour créer automatiquement des modèles permet à l'architecte de se dégager du temps pour des tâches plus complexes, plus créatives.

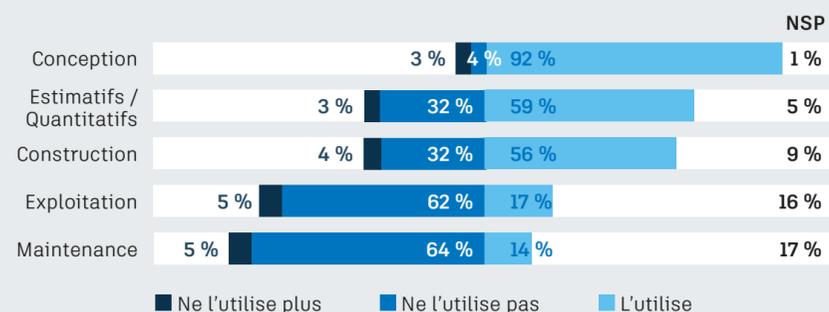
Ce n'est pas l'outil qui fait le projet mais bel et bien la personne. Le métier d'architecte possède une telle particularité qu'il est impossible que cela change, quand bien même émergeraient des révolutions technologiques.

La réalité du BIM en France

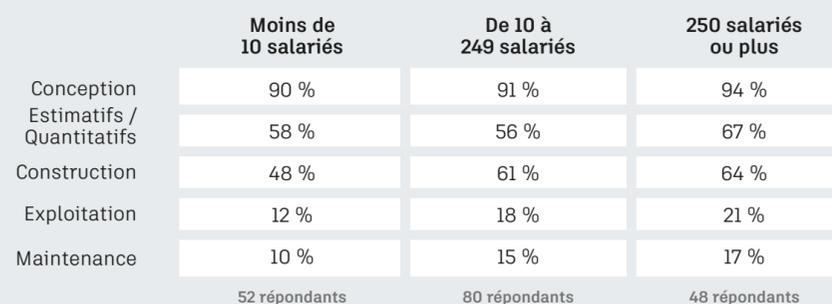
Types de projets dans lesquels le BIM est ou peut être utilisé



Phase du projet où le BIM est ou peut être utilisé



À quelle phase de vos projets votre entreprise a-t-elle recours ou eu recours au BIM ?



Source : étude Autodesk, 2019



Certes, la France présente quelques retards dans l'acculturation au BIM. En outre, de nombreuses disparités en termes de maturité, d'investissement en temps et en ressources persistent encore d'une agence d'architecture à une autre.

Mais un constat s'impose malgré tout, les lignes bougent, les mentalités évoluent et ce phénomène ne cesse de s'intensifier.

La crise sanitaire contribue à sa manière à l'accélération de la numérisation des entreprises. La généralisation d'outils et notamment des technologies Cloud, favorisant le travail à distance, a quelque peu forcé les réfractaires au numérique à revoir leur copie. Aujourd'hui, nous sommes beaucoup plus enclins à collaborer, stocker nos précieuses informations sur des plateformes Cloud. Les architectes ne font pas exception à la règle et ont de moins en moins de réticence à stocker leur propriété intellectuelle sur un environnement dont on connaît enfin la sécurité, la localisation et le niveau de protection. De plus, ces plateformes favorisent davantage le travail collaboratif et forcent les différents acteurs d'un projet, même en interne, à sortir de leur tour d'ivoire et en finir avec les silos.

Le saviez-vous ?

66% des acteurs
de l'AEC dont

40%

d'architectes disent
déjà utiliser le BIM
et ont l'intention
de continuer dans
ce sens.

54%

de ces mêmes acteurs
attribuent une note
comprise entre 7
et 10 sur 10 quant à
l'évaluation du niveau
d'implication de leur
entreprise dans le BIM.

Source : étude Autodesk, 2019

Tôt ou tard le BIM deviendra obligatoire en France, c'est inévitable. Ne serait-ce que dans le secteur public, avoir à disposition un jumeau numérique permettra de diminuer de manière drastique les coûts d'exploitation et de maintenance.



02

Concevoir et modéliser selon le processus BIM

Le BIM dans toute son effectivité :
cas d'usages, témoignages
et bénéfices



Améliorer la communication du projet grâce au BIM

Simplifier des notions complexes et
susciter l'engouement pour le projet

Qui dit BIM dit modélisation 3D. Cette troisième dimension se présente comme le dénominateur commun pour une communication efficace autour d'un projet. Pour le concepteur lui-même, c'est le confort, l'assurance d'une meilleure compréhension de son travail. Par exemple, le fait d'avoir devant soi la modélisation en 3D, la configuration des espaces d'un bâtiment que l'on a conçu, permet de se projeter, de reconsidérer son projet sous un autre angle mais aussi de mettre le doigt sur les éventuels défauts de conception et d'harmonie. Au-delà des fausses croyances, la 3D alimente la créativité de l'architecte.

Au sein de l'équipe interne d'une agence d'architecture ou dans le cadre d'un projet pluridisciplinaire, la communication d'un projet à l'aide du BIM va permettre de vulgariser et simplifier certaines choses. Il n'est en effet pas toujours aisé de lire un plan 2D que l'on soit néophyte ou même expert. Sur un chantier, les équipes dédiées à la construction ont une meilleure lisibilité des plans et peuvent alors exécuter avec davantage d'efficacité leurs tâches lorsqu'elles les explorent en 3D interactive. En outre, les outils BIM avec leur possibilité d'intégrer un niveau de détails élevé, assurent à l'architecte la continuité de son projet lorsqu'arrive la phase de construction. Puisque tous les acteurs du projet, y compris l'équipe chantier, utilisent un modèle BIM commun, le résultat final respecte l'intention première et la créativité de l'architecte.

Enfin, les technologies innovantes permettent au **maître d'œuvre ou au client final** d'appréhender le projet et de saisir toute l'intention du concepteur avec un rendu photoréaliste de qualité, et cela dès les phases concours et appels d'offres. La visualisation photoréaliste avec la création de visuels très détaillés, l'utilisation de logiciels de réalité augmentée ou encore l'immersion complète avec des visites du futur bâtiment en réalité virtuelle sont autant de mécanismes qui permettent de susciter l'adhésion.

Et une fois la conception amorcée, les visites virtuelles sont aussi l'occasion pour les futurs habitants de déambuler et de s'immerger dans le bâtiment. Ils seront alors en mesure de faire leurs remarques sur l'agencement des lieux en fonction de leurs habitudes et usages.

La réponse AUTODESK

-  **REVIT®** ▶ Revit® + ses modes de rendus intégrés

-  **REVIT®**  **3DS MAX®** ▶ Revit® + 3ds Max

-  **REVIT®**  **AUTODESK® DOCS** ▶ Revit® + A360 Rendering

-  **3DS MAX®** ▶ 3ds Max

-  **REVIT®** ▶ Revit® + des applications tierces
Exemples : Revit® + Unity, Revit® + Enscape, etc.

-  **ARCHITECTURE, ENGINEERING & CONSTRUCTION COLLECTION** ▶ AEC Collection

Pour un architecte, rien n'est plus satisfaisant que de voir son projet devenir réalité, même virtuellement. Or, l'absence de communication entre les équipes ou la complexité des plans d'exécution peuvent altérer sa mise en œuvre lors de la construction.



Parole d'architecte

Sona Architecture - Nantes (44)

Afin d'apporter le maximum de précision à leur travail, les menuisiers et artisans des Ateliers de la Chapelle se sont tournés vers l'agence nantaise Sona Architecture pour la restauration d'une enseigne de luxe parisienne. Depuis sa création en 2014, Sona n'utilise que le BIM pour assurer les chantiers qu'elle remporte. Le BIM est un moyen de communication sans fin et la génération de panoramas réalistes offre la possibilité de s'immerger dans la maquette et ainsi de mieux comprendre l'ampleur des travaux à réaliser sur un tel projet.

Jusqu'à la réalisation de ce projet, Emmanuel Sorin, architecte, et Pierre Navarra, ingénieur ignoraient en effet comment étaient assemblés les panneaux à tenon et mortaise de la boutique parisienne, un savoir-faire très particulier.

« C'est loin d'être un détail. C'est même extrêmement important pour la maquette numérique. Voilà pourquoi nous avons demandé aux Ateliers de la Chapelle de nous envoyer un morceau de panneau pour comprendre le principe d'assemblage de ce type de cadre », précise Pierre Navarra. Ce sont ainsi quarante profils de



Rendu réaliste du commerce – Crédit image Sona

pièces différents qui furent modélisés. L'acquisition de ce savoir, intégré à la maquette, permettra d'optimiser un prochain chantier où ce type d'assemblage sera traité par les deux associés.

Littéralement bluffant, le rendu de la maquette numérique a convaincu les architectes des Bâtiments de France de faire à nouveau appel aux services du cabinet d'architecture nantais. Au-delà de la précision des relevés et du réalisme atteint dans le travail rendu, Sona s'est permis un clin d'oeil et a placé dans un coin de la maquette numérique, un morceau de cadre en bois sur une planchette normalement destinée à l'usage du commerce de luxe.



Impression numérique 3D du panneau profil 12 - Crédit image Sona

Cette collaboration entre les Ateliers de la Chapelle et l'agence d'architecture Sona pourraient en appeler d'autres. « La communication avec les Ateliers a été simple. Le fait qu'ils n'ont jamais travaillé en BIM auparavant n'a pas été un frein. D'une part parce que cela n'a pas nécessité pour eux d'acquérir un équipement spécifique à l'heure des échanges, mais aussi parce que nous envisageons ensemble des collaborations sur une communication entre la maquette numérique et leurs machines-outils... Il y a plein de choses à inventer dans des domaines applicatifs que nous n'imaginions pas » conclut Pierre Navarra.

[> En savoir plus](#)

BÉNÉFICES



Meilleure compréhension
du projet par l'équipe
interne



Simplifier
la communication
du projet auprès
des acteurs externes,
souvent nombreux



Révéler toute la créativité
et le potentiel d'un projet



Meilleur attrait
commercial



Faciliter la tâche
des collaborateurs lors
de la phase construction

Favoriser une meilleure économie du projet

Produire plus avec moins, anticiper les ressources et prendre les bonnes décisions

Le processus BIM permet d'obtenir une bien meilleure constructibilité du projet. **Après tout, l'un des objectifs du BIM n'est-il pas de « construire avant de construire » comme le dit une célèbre grande entreprise de construction française ?** Dès la phase de conception et tout particulièrement lors de la modélisation du projet en 3D, il sera possible de valider ou non les scénarios imaginés par l'architecte. Le BIM va lui permettre de valider sa conception et sa compréhension du projet. **Mais surtout, cela va contribuer à une anticipation des coûts, des quantités de matériaux et une maîtrise de l'économie de projet que seule une méthodologie aussi exigeante que le BIM permet.**

Avant même d'entamer la phase de construction, de nombreuses erreurs sont évitées. Ainsi, dans le cadre d'un projet pluridisciplinaire, la maquette produite par l'architecte sera transmise au bureau d'études qui se chargera de modéliser sur la base de cette même maquette tous les réseaux, la VMC, la plomberie ou encore la climatisation ou tout autre corps d'état secondaire. Donc, si par exemple un mur ou une poutre sont mal positionnés et gênent le passage de ces réseaux, l'architecte sera en mesure de le savoir immédiatement. C'est ce que l'on nomme la détection de clashes ou de conflits, qui s'appuie sur la définition de niveaux de tolérance entre éléments et disciplines.

Sur un chantier de construction, ce genre de conflit non anticipé et non résolu a un coût exorbitant en termes de matériaux et de main-d'œuvre puisqu'on pourra être amené à démolir des éléments gênants et ensuite reboucher ou reconstruire.

Le BIM c'est aussi la possibilité de travailler avec la 4D.

Cette quatrième dimension intègre le calcul et la maîtrise du temps au sein d'une maquette réalisée en processus BIM. Autrement dit, la maîtrise d'œuvre peut déterminer les temps de construction pour chacun des éléments constituant le projet et donc anticiper la charge et les coûts de la main-d'œuvre. C'est aussi la possibilité de calculer, donc d'anticiper, le temps qu'il faut pour couler ou

construire un mur ou tout autre élément et savoir combien de temps la présence d'un engin ou d'un coffrage sera nécessaire pour une telle opération.

Et puisqu'il est question de temps, il est bon de rappeler qu'avec des outils de conception tels qu'AutoCAD, il n'y avait pas d'autre possibilité que de dessiner à la main (les traits de rappel pour les façades ou encore les coupes) avec le lot d'erreurs et d'inexactitudes que cela comportait. Avec des processus BIM et les outils paramétriques intégrés, l'architecte dessine son projet en plan et automatiquement les coupes et autres façades sont générées ainsi que les visualisations 3D. Et si des modifications sont apportées sur n'importe quelle vue (même depuis les nomenclatures de matériaux), les modifications seront reportées automatiquement sur toutes les vues. Les bénéfices réalisés en termes de temps et précision sont sans appel !

La réponse AUTODESK

R REVIT® ▶ Revit®

R REVIT® **N** AUTODESK® NAVISWORKS® ▶ Revit® + Navisworks

R REVIT® ▶ Revit® + BIM Collaborate

A ARCHITECTURE, ENGINEERING & CONSTRUCTION COLLECTION ▶ AEC Collection





Parole d'architecte

Wild Rabbits Architecture (WRA) - Paris (75)

Pour Vladimir Doray, fondateur du cabinet Wild Rabbits Architecture (WRA), la pose de la première façade préfabriquée sur le chantier du projet d'immeuble d'habitation à Aubervilliers illustre à elle seule toute l'ampleur du BIM dans l'anticipation et l'économie de projet.

Sur le site, les différentes entreprises en conviennent : plus le projet est détaillé, moins il y a de risques de devoir recommencer un ouvrage. Les plans, les croquis explicatifs, les réunions de chantier restent de mise mais, en devenant le document de référence, la maquette 3D réalisée sous Autodesk Revit® offre une vision très large de l'imbrication des corps de métiers, qu'il ne faut pas sous-estimer.



Ensemble de 18 logements sociaux à Aubervilliers. Avec l'aimable autorisation de WRA/Sergio Grazia.

sur le chantier », remarquent les architectes de WRA. Dès lors, les discussions avec les bureaux d'études (bois, acoustique, thermique), les architectes et le bureau de contrôle s'intensifient et permettent à chacun des spécialistes de pousser plus en avant le curseur de l'exigence qualité, et ce bien avant toute pose.

Dernier point mais non des moindres, la prévision des matériaux employés. Cette démarche au sein de WRA procède entre autres d'une volonté de prévision dans la perspective d'affiner la stratégie énergétique et carbone de chaque projet.

« Tous les enjeux mesurables sont prévus. Les matériaux employés dans la construction virtuelle sont à la fois quantifiés et qualifiables, en fonction de nombreux paramètres. Sur le plan énergétique, les critères de consommation se complexifient d'année en année. Les consommations de chauffage et de climatisation continuent de nous intéresser mais nous prenons à présent en compte l'impact environnemental de la construction elle-même », conclut Vladimir Doray.

[> En savoir plus](#)



Crèche en papier. Avec l'aimable autorisation de WRA/Sergio Grazia.

BÉNÉFICES



Maîtrise des coûts
et des quantités



Contrôle sur l'utilisation
de matériaux neufs



Favorise une démarche
de conception durable



Réduction de l'empreinte
carbone



Diminution voire
suppression des erreurs
et des conflits



La simulation des performances énergétiques et structurelles

Maîtriser l'efficacité et les performances des bâtiments dans une démarche toujours plus green

Avec une méthodologie BIM, les architectes peuvent désormais explorer de vastes champs de possibilités. En effet, le BIM met à leur disposition des outils d'analyse et de simulation afin de fournir des indications précises de performances grâce aux données disponibles dans les maquettes BIM mais aussi grâce aux données de géolocalisation et celles issues des stations météorologiques les plus proches. Les architectes peuvent donc créer et tester plusieurs scénarios pour un projet et étudier leur efficacité à court, moyen et long terme afin d'opter pour la meilleure variante.

Les objectifs de la simulation de performances quelles qu'elles soient sont nombreux mais ils permettent avant toute chose, d'éviter les erreurs, d'économiser les ressources, d'avoir un réel impact sur les finances d'un projet et de s'inscrire dans une démarche résolument plus responsable.

L'anticipation et la simulation englobent notamment les performances énergétiques d'un bâtiment. On pourrait par exemple détecter la présence de ponts thermiques dans le projet : si l'une ou plusieurs de ces sources de déperdition de chaleur est localisée, le concepteur pourra alors les résoudre avec diverses solutions constructives ou d'isolation. Il en va de même pour tout ce qui concerne la ventilation, le chauffage ou la climatisation, afin d'obtenir un modèle le plus optimal possible mais aussi de s'inscrire dans une démarche toujours plus éco-responsable.

Le géoréférencement, couplé à un processus BIM, contribue également à l'analyse des performances énergétiques. En fonction de la zone où se situe le bâtiment, le modèle BIM va s'appuyer sur les données de la station météorologique la plus proche (valeurs de températures basses, moyennes, hautes, rose du vent, etc.) afin d'orienter le mieux possible la prise de décision quant à la question du type et de l'épaisseur des matériaux ou du type de vitrage, ainsi que le dimensionnement des systèmes de chauffage, refroidissement et ventilation. En fonction de l'orientation du bâtiment, les architectes vont être en mesure de calculer la quantité d'énergie renouvelable exploitable en anticipant et simulant la pose de panneaux solaires ou d'éoliennes. Le concepteur pourra aussi calculer le coefficient de radiation solaire sur les différentes faces du bâtiment afin de décider des types et dimensions de matériaux adaptés à la situation. Enfin, il pourra simuler avec précision le facteur de lumière du jour à l'intérieur des espaces pour le bien-être des futurs usagers et habitants.

Calculer, anticiper et comprendre les performances structurelles d'un édifice est également un autre avantage des outils d'analyse s'appuyant sur le BIM. L'architecte peut ainsi prévoir différents lieux d'implantation du bâtiment et contrôler son comportement, sa résistance et son évolution dans le temps. Va-t-il s'écrouler en fonction du dimensionnement choisi ? C'est l'un des problèmes majeurs que va pouvoir résoudre la simulation des performances structurelles. Enfin, le géoréférencement permettra de tenir compte de la zone sismique dans laquelle se trouve le bâtiment et d'appliquer les réglementations adaptées. Par conséquent, l'architecte pourra s'appuyer sur des normes de construction prévues pour des zones à risques.

La réponse AUTODESK

- R** REVIT® ▶ Revit® + ses modes de rendus intégrés
- R** REVIT® **R** AUTODESK® ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL ▶ Revit® + Robot Structural Analysis (Structure)
- R** REVIT® **I** AUTODESK® INSIGHT™ ▶ Revit® + Insight (Énergétique)
- R** REVIT® ▶ Revit® + application tierce de STD (Simulation Thermique Dynamique)
- C** AUTODESK® BIM COLLABORATE ▶ BIM Collaborate
- A** ARCHITECTURE, ENGINEERING & CONSTRUCTION COLLECTION ▶ AEC Collection





Parole d'architecte

Agence OuyOut - Paris (75)

Découvrez comment l'agence OuyOut a intégré les diagnostics de performance énergétique à ses prises de décision en matière de conception dans un projet de rénovation dans la ville d'Épernay en Champagne. L'objectif ? Insuffler pleinement des valeurs éco-responsables à un bâtiment longtemps perçu comme « une verrue dans la ville » et « une passoire énergétique des années 1960 ».

La priorité était de réduire la consommation d'énergie. Comme à l'époque de sa construction en 1963 les combustibles de chauffage étaient très peu chers, le bâtiment était totalement dépourvu d'isolation. Les architectes d'OuyOut ont suggéré une façade à double paroi évoquant les pergolas grecques ou italiennes recouvertes de vigne. La végétation pousserait sur une couche extérieure additionnelle pour créer un bâtiment vivant, procurant à la fois isolation thermique et protection solaire.

Le cabinet OuyOut a évalué l'efficacité énergétique de la façade en déterminant les effets de la protection solaire à l'aide d'Autodesk Insight. La version finale du projet non seulement protège le bâtiment du soleil en l'isolant par l'extérieur, mais exploite également l'inertie thermique de la structure en béton à l'intérieur.

« Nous avons pensé une façade en conséquence qui était évidemment extrêmement performante en termes d'isolation mais qui a été aussi pensée par rapport à l'orientation du soleil. Nous recherchons à la fois une entrée de lumière mais aussi une protection au soleil, aux heures où il est le plus contraignant. Nous modélisons et simulons ces aspects pour voir quel est l'impact et quel est le ressenti à l'intérieur du bâtiment. De plus, cette façade va être le support de végétation grimpante qui va couvrir ces façades et qui jouera elle-même un rôle ».

[> En savoir plus](#)



La façade est du bâtiment de CDER avant sa rénovation. Avec l'aimable autorisation d'OuyOut/SAT Manager.



Rendu de la nouvelle façade est du bâtiment de CDER. Avec l'aimable autorisation d'OuyOut/SAT Manager.

BÉNÉFICES



Maîtrise des coûts et des ressources énergétiques



Anticipation des erreurs structurelles



Exploitation des ressources naturelles d'une zone : lumière du soleil, énergies renouvelables...



Optimisation du choix des matériaux, leur typologie, leur épaisseur... en fonction de la zone géographique



Capture de la réalité et rétroconception

La méthodologie BIM au service de la pérennité du patrimoine bâti

Les moulages de plâtre entrepris par Eugène Viollet-le-Duc au 19^e siècle sur les monuments historiques français des siècles passés - que l'on peut notamment admirer à la Cité de l'Architecture et du Patrimoine - nous ont démontré toute l'importance de conserver une empreinte pérenne du bâti. Qu'il s'agisse de monuments historiques ou non, **garder une trace de l'existant permet de prendre les décisions appropriées si un dommage survient ou si un projet de maintenance est entrepris.** Aujourd'hui, le temps des moulages en plâtre est révolu, mais la volonté de conservation et de préservation demeure, grâce à la capture de la réalité et les technologies qui lui sont associées afin de créer des jumeaux numériques plus ou moins détaillés. On parle alors de rétroconception.

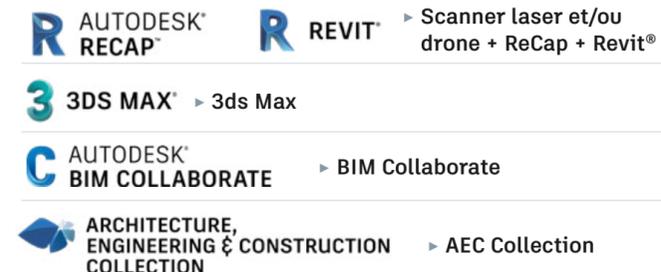
La capture de la réalité est l'une des alliées les plus précieuses de l'architecte. Pour les projets de rétroconception, elle va en effet permettre **d'intégrer les données d'ouvrages et de bâtiments existants dans des modèles BIM.** De manière plus précise, il s'agit de s'appuyer sur le scanner laser d'un drone afin de numériser, photographier chaque recoin d'un bâtiment, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Des solutions adaptées vont ensuite permettre de générer un nuage de points pour modéliser l'état existant du bâtiment en BIM.

Pour l'exploitation et la mise en valeur du patrimoine architectural, le modèle BIM est un excellent outil de médiation à destination des institutions culturelles. Un architecte en charge de travaux de restauration pourra aisément mettre à contribution cet aspect du BIM.

La capture de la réalité dans le cadre d'un projet de rétroconception permet à l'architecte d'acquérir une véritable compréhension du bâtiment. Ce relevé indique avec une précision unique la manière dont l'édifice a été construit et son évolution au fil des années, au fil des siècles. **Il révèle aussi les désordres et met en évidence les défauts et la fragilité de certains éléments constructifs et matériaux.** Ainsi, l'architecte peut tout de suite évaluer la gravité des dégradations comme la déformation d'un mur ou d'un plancher. **Et si jamais tout ou partie du bâtiment venait à être détérioré voire détruit, le nuage de points permettra de recréer un nouveau jumeau numérique afin d'envisager une reconstruction à l'identique.**

Sans ces technologies de pointe, l'architecte exécuterait son relevé à la main, de manière traditionnelle et manuelle. Cela représente un travail fastidieux, fortement propice aux oublis, même dans le cas d'un édifice simple et épuré. Imaginez ce même relevé sur un bâtiment composé de volutes, de voûtes et de colonnes toutes plus complexes les unes que les autres, la tâche s'avérera bien plus complexe et consommatrice en temps !

La réponse AUTODESK





Parole d'architecte

Société Art Graphique & Patrimoine - Saint-Denis (93)

L'iconique Villa Majorelle, maison de maître conçue par Henri Sauvage à la demande de l'ébéniste Louis Majorelle, a vu le jour à l'aube du 20^e siècle. Joyau de l'architecture Art Nouveau avec ses vitraux floraux et ses menuiseries exceptionnelles, la demeure centenaire est entrée dans le panthéon des bâtiments classés. À la demande de la Maîtrise d'ouvrage, elle a fait l'objet d'une numérisation 3D complète (Scan to BIM), menée entre mars et juin 2018 par les ingénieurs géomètres topographes de la Société Art Graphique & Patrimoine spécialistes du domaine de la numérisation des monuments historiques.

Sur la phase diagnostic et rétroconception, Esther Sélo, architecte et BIM manager au sein d'Art Graphique et Patrimoine, revient sur les procédés employés et souligne leur importance dans le cadre d'un projet de restauration du patrimoine.

« Contrairement à un projet neuf, nous avons besoin dans le patrimoine historique, d'établir une phase de diagnostic. Cela passe ainsi par la numérisation du bâtiment dans son état existant afin de le figer à cet état clé de l'acquisition sur site. La rétro conception commence toujours par un scan exhaustif. Nous avons procédé à 275 positions de scan intérieur et extérieur de la villa. Nous avons également utilisé un drone pour capter la toiture, restituée en photogrammétrie. Pour réaliser l'ensemble du processus de rétroconception, nous avons utilisé la suite de logiciels Autodesk qui nous a permis de rester dans un même workflow sans perte d'informations ou de formats. En effet, les scanners terrain, une fois déchargés et le nuage de points assemblé, il est transformé dans ReCap pour pouvoir ensuite être inséré dans Revit® dont le modeleur nous a permis de restituer en très grande partie et de manière très précise ».

Guillaume Sadon, responsable du secteur Monuments Historiques, insiste sur la force du BIM dans le domaine de la conservation du patrimoine :

« Le BIM est précieux pour la conservation du patrimoine, parce qu'il permet des relevés de grande qualité, notamment au niveau de tout ce qui est mouluration des boiseries. Dans le futur, si un élément est en mauvais état, si on n'a plus suffisamment de traces, le BIM nous servira pour une restitution éventuelle à l'identique ».

[> Voir la vidéo](#)



Crédit image Art Graphique & Patrimoine



Crédit image Art Graphique & Patrimoine

BÉNÉFICES



Des relevés plus précis
et complets



Des analyses de l'état
du bâti sur la base des
données réelles



Gain de temps



Facilitation des processus
de maintenance



Valorisation
du patrimoine



Prévention
des détériorations,
désordres ou
destructions potentielles



La collaboration entre acteurs du projet

Quand architectes et ingénieurs
communiquent grâce au Cloud

La transmission cohérente de l'information est sans nul doute le pilier le plus fondamental du BIM. Les méthodologies BIM sont conçues pour que l'information arrive aux bonnes personnes, au bon moment, dans son intégralité et dans l'idéal, **en temps réel.** Aussi, les processus de conception BIM intégrés en local ou dans le Cloud permettent à l'ensemble d'une équipe, architectes comme ingénieurs ou entreprises, de **collaborer** en bonne intelligence.

Parce que dans une démarche BIM, la collaboration ne se limite pas seulement à la circulation des informations. Elle impacte aussi les personnes qui composent les équipes projet, notamment les architectes et les ingénieurs. La collaboration a pour vocation de répondre à un besoin immédiat : travailler dans un espace partagé, avec l'information la plus à jour afin que les décisions et les modifications puissent s'appliquer quasiment instantanément et de manière coordonnée.

Mais avec la fluidité des technologies Cloud, toutes les barrières, que certains corps de métier pouvaient rencontrer avec les autres parties prenantes, disparaissent au profit d'un modus operandi plus collaboratif et davantage décloisonné. Les architectes, gardiens de la créativité et les ingénieurs, garants des lois physiques n'ont plus d'autre choix que de briser les silos et de collaborer. **Désormais, ils vont pouvoir parler de la même chose, en même temps.**

Les 3 niveaux de collaboration du BIM



La collaboration interne

Il s'agit ici du cadre restreint des membres d'une même agence d'architectes. Ils vont créer une maquette en mode BIM, la mettre sur un serveur et travailler ensemble en temps réel sur le modèle par le biais d'une fonctionnalité de partage (sous-projets et/ou fichiers liés).



La collaboration externe

Avec ce niveau de collaboration, les architectes sont en mesure d'échanger des informations avec les partenaires extérieurs du projet : les bureaux d'études, le maître d'ouvrage, les entreprises, etc. Ils vont alors pouvoir transmettre leur maquette réalisée en BIM en la déposant sur une plateforme afin que ces membres extérieurs puissent collaborer à leur tour. On parle alors de BIM niveau 2.



La collaboration en temps réel (et à distance)

Avec ce levier, les décalages dans le temps et les notions d'asynchronie n'ont plus lieu d'être. Les différents acteurs travaillent en temps réel et de manière simultanée sur le projet grâce à un ou plusieurs modèles BIM hébergés sur un serveur Cloud distant. Ils sont avertis en cas de conflit entre disciplines et l'historique et les actions sont traçables. Les équipes sont désormais réunies au sein d'une plateforme virtuelle.

On parle alors de BIM niveau 3.

Dans cette optique, une solution qui gère les communications (et pas uniquement les échanges d'e-mails), qui unifie l'espace de travail et l'historique d'un projet et qui exploite au mieux les fonctionnalités de collaboration du BIM est la réponse idéale.

Avec une solution Cloud adéquate, les workflows sont intégrés tout au long du cycle de vie du projet (planification, conception, construction et gestion) et les obstacles à la communication et à la coordination sont éliminés, ce qui permet aux membres du projet de collaborer efficacement en temps réel. Les outils de travail collaboratif peuvent aider à réduire les blocages, les erreurs et les conflits en phase conception ou sur le chantier. Ainsi, les délais sont respectés et les projets, plus rapidement achevés, et ce, pour le plus grand bonheur des maîtres d'ouvrage.





Zoom sur l'openBIM® : BIM, openBIM® et interopérabilité

Les bâtiments et les infrastructures sont complexes, tout comme les données des maquettes BIM pluridisciplinaires et les applications les prenant en charge. L'un des défis consiste à pouvoir échanger aisément et de manière ouverte les fichiers et les données du projet ne parlant pas le même langage. C'est pour cette raison qu'Autodesk s'implique dans l'openBIM® et notamment dans le standard IFC (Industry Foundation Classes) afin de permettre une interopérabilité optimale entre différentes solutions logicielles. Rappelons cependant que l'IFC est un format d'échange et non de travail. Il assure ainsi une pérennité des données au fil des années et permet aux maîtres d'ouvrage, architectes, ingénieurs et entreprises de travailler en toute confiance. Revit®, ainsi que toutes les applications de la gamme AEC d'Autodesk sont compatibles IFC en import et en export et sont certifiées par buildingSMART International.



Les fonctionnalités de communication qui signalent instantanément toute mise à jour et chaque action à tous les membres de l'équipe, révolutionnent les processus BIM.

Elles facilitent la communication avec les intervenants qui doivent connaître ou approuver les mises à jour du projet en temps réel et permettent à l'équipe étendue de travailler de manière collaborative. L'équipe est alors plus productive, même si les membres sont dispersés. Les résultats ? Un pic d'efficacité, une amélioration sans précédent des résultats, et moins de temps perdu à la pêche aux informations.

La réponse AUTODESK

B AUTODESK®
BIM 360® DOCS ▶ Autodesk Docs

C AUTODESK®
BIM COLLABORATE PRO ▶ BIM Collaborate Pro

**ARCHITECTURE,
ENGINEERING & CONSTRUCTION
COLLECTION** ▶ AEC Collection

Quand la mobilité s'accélère...

Avec la crise sanitaire sans précédent, les services Cloud, encouragés par une mobilité grandissante, se démocratisent plus que jamais. Les membres d'une même équipe projet, appartenant ou non à la même société peuvent accéder à de grandes quantités de données stockées issues d'un projet, quelle que soit leur localisation, au bureau, dans des filiales ou en télétravail.

Parole d'architecte

Syctom - Paris (75)

Le BIM collaboratif répond ici au défi de l'intégration urbaine d'une usine d'incinération en site occupé. Ce projet du Syctom, l'agence métropolitaine des déchets ménagers, s'inscrit dans un plan de rénovation urbaine long de 18 ans, à Saint-Ouen-sur-Seine. En charge de l'exécution pour la construction-rénovation de l'unité industrielle, l'entreprise NGE GC a fait le choix des technologies BIM d'Autodesk pour mener à bien sa mission.

Outre la diversité de ses missions sur ce chantier, qui sont toutes prises en compte dans le cadre de simulations sur la maquette numérique, le groupement emmené par NGE GC doit également composer avec l'activité industrielle qui se poursuit lors des travaux.

« Nombre d'entre eux sont des sous-traitants, notamment dans le second œuvre et la charpente métallique. Beaucoup n'avaient jamais travaillé en BIM avant ce chantier », explique Islam Ziani, coordinatrice BIM sur ce chantier chez NGE GC. Au total, une quarantaine de maquettes numériques, interopérables grâce au format d'export IFC, sont utilisées sur ce projet de rénovation et de reconstruction d'usine.



Vue axonométrique. Crédit image Reichen et Robert & Associés

« Au fil de l'avancée du chantier, chacun des corps de métiers prend ses repères et se rend bien compte que la centralisation des données dans un modèle facilite le travail en commun et la diffusion des plans d'exécution à jour », analyse la coordinatrice BIM.

Afin que chacun des métiers assure sa mission, sans se perdre dans des aspects du chantier qui ne le concernent pas, la plateforme BIM 360, où sont déposées les maquettes et documents du chantier, permet de définir une arborescence et des droits d'accès personnalisés pour l'ensemble des corps d'état concernés.

La plateforme BIM 360 permet, entre autres, une traçabilité accrue, la centralisation de l'information sur une plateforme sécurisée, la revue, le contrôle, et l'assignation de tâches spécifiques après synthèse.



Perspective depuis la Seine. Crédit image Reichen et Robert & Associés

« Je n'ai pas d'éléments de comparaison car c'est la première fois que je travaille avec ce type de logiciel. Cependant, le fait qu'il s'agisse d'une plateforme compatible avec plusieurs formats, accessible depuis tous les terminaux sans installation préalable, favorise la collaboration et permet une prise de décision en temps réel » conclut Islam Ziani.

[> En savoir plus](#)

BÉNÉFICES



Résolution et anticipation des conflits



Respect des délais



Meilleure compréhension et cohésion des équipes autour d'un projet



Décloisonnement des différents corps de métiers qui constituent une équipe projet



Incitation à la mobilité et amélioration du travail à distance



Moins de réunions physiques



03

La conception de demain

2050, l'Odyssée
de l'architecte ?



Crédit : image Shutterstock

Les considérations écologiques et durables au cœur des problématiques

Il y a quelques décennies, la façon d'utiliser les matériaux était à mille lieux des considérations actuelles d'éco-responsabilité et de réduction du gaspillage. On achetait les matériaux, on prenait ce dont on avait besoin et on jetait le surplus. Et lorsqu'il s'agissait de démolir un bâtiment, personne ou presque ne se demandait s'il n'était pas préférable de ré-exploiter et restructurer le bâtiment ou pour le moins les matériaux le constituant. Si l'évocation de ces méthodes « à l'ancienne » vous interpelle, c'est bien le signe que les mentalités ont évolué. Désormais, les processus de construction ont pris un virage à 360° et n'ont cessé d'être gouvernés par des questions de développement durable, une volonté de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de rationaliser encore plus les coûts et la consommation de matériaux. Par ailleurs, l'utilisation de matériaux biosourcés participe également dans cette volonté, puisqu'elle permet d'explorer la biomasse, animale et végétale tant elle concourt de manière significative à l'équilibre du stockage carbone atmosphérique et à la préservation des ressources naturelles.

En outre, de plus en plus de normes, de labels et de réglementations (nationales et européennes) viennent régir le domaine de la construction. Parmi les plus notoires, nous distinguons la réglementation thermique (RT), la Haute Qualité Environnementale (HQE), la norme Bâtiment Basse Consommation (BBC), les innombrables normes ISO, etc. **Ces objectifs relèvent de l'intérêt général : baisser les consommations d'énergie des bâtiments, réduire les coûts liés à la facture d'énergie et réduire l'empreinte carbone des infrastructures pour atteindre la neutralité carbone en 2050, selon les prévisions du Plan Climat et du Plan Bâtiment Durable.** Ces nécessités qui influencent de manière importante les démarches architecturales actuelles sont indissociables du numérique et des méthodologies BIM qui accélèrent désormais l'atteinte de ces objectifs de performances durables et appuient l'architecte dans cette démarche.

2050, odyssée de la conception générative et de l'automatisation ?

Plus que trois décennies pour le découvrir ! En attendant, la notion de conception générative, membre déjà éminent de la famille de l'Intelligence Artificielle, fait déjà beaucoup parler d'elle. Dédiée à la création de résultats optimaux pour les bâtiments et systèmes, la conception générative utilise algorithmes, machine learning et géométrie algorithmique pour apporter une réponse toujours plus satisfaisante et rapide aux problèmes de conception. À l'aide de cette puissante technologie, le concepteur a la possibilité de choisir l'option la plus performante basée sur les critères indispensables de son projet afin d'atteindre objectifs et résultats attendus par son entreprise. Le concepteur explore ainsi un certain nombre d'options de conception ou variantes, et toutes les itérations possibles à partir de certaines données d'entrées.

La réponse AUTODESK

ARCHITECTURE,
ENGINEERING & CONSTRUCTION
COLLECTIONAUTODESK®
REVIT® 2021

Les technologies émergentes comme **la conception générative dans Revit®** sont des fonctionnalités disponibles par le biais de la Collection AEC avec Revit® 2021. **Son objectif ? Développer et mettre à disposition les méthodologies de conception générative à un plus grand nombre d'architectes et de concepteurs.**

Prenons le cas d'un concepteur qui a pour mission de créer et de penser un espace de travail avec mobiliers et bureaux mais qui est soumis à la contrainte de minimiser les distances vers les sorties et l'espacement entre les personnes et le mobilier. La conception générative dans Revit® constitue alors une aide précieuse (et rapide !) pour le calcul de l'agencement des bureaux, en fonction des dimensions de l'espace à aménager, du nombre de bureaux à prévoir et des accès et sorties dont il faut tenir compte. Revit® propose une, voire plusieurs réponses satisfaisantes à cette contrainte et le temps gagné est inestimable !

Le saviez-vous ?

Le secteur du bâtiment représente

43%

des consommations énergétiques annuelles françaises

* Source : Ministère de la Transition Écologique

Il génère

23%

des émissions de gaz à effet de serre (GES)*.

Alors que la conception générative permet d'explorer les champs des possibles, l'automatisation des flux de travail permet aux concepteurs ayant déjà validé des concepts, d'automatiser des tâches à faible valeur ajoutée. Ils peuvent aussi produire de la documentation de projet, ou encore extraire automatiquement des données importantes nécessaires à la compréhension ou la présentation du projet aux différentes parties prenantes. Plus précisément, ces approches ont pour objectif d'aider les architectes à résoudre des problématiques géométriques, spatiales, techniques et programmatiques complexes avec une rationalité et une rapidité exemplaires. Ainsi, les créateurs peuvent enfin se concentrer sur des tâches à valeur ajoutée sur leurs projets, mais aussi développer les activités de leur société. Une fois que l'architecte a statué sur le résultat à obtenir et a formulé le problème devant être résolu, l'automatisation déploie toute sa puissance. En introduisant de telles données, il peut solliciter l'aide d'outils comme Dynamo Studio for Revit® pour proposer automatiquement une ou des solutions répondant à la problématique.

La réponse AUTODESK

D AUTODESK® DYNAMO STUDIO

Dynamo Studio se place dans la continuité de la puissance des outils de conception. **La solution permet aux utilisateurs de modéliser bien plus qu'une géométrie de conception utilisant des données simples.** Dynamo Studio est en effet un environnement de programmation visuel qui permet aux concepteurs d'explorer des conceptions paramétriques et d'automatiser certaines tâches.

- Intégrez l'automatisation dans le processus BIM.
- Transformez vos projets en workflows interopérables pour la documentation, la coordination et l'analyse.
- Écrivez du code à l'aide d'une interface de scripts simple et performante.

De manière concrète, si un concepteur ou un architecte doit créer plusieurs dizaines de fiches pour des vues multiples, Dynamo peut vous aider à mettre au point un script réutilisable qui active et résout cette tâche en seulement quelques minutes.

SPACEMAKER

Autodesk acquiert la start-up norvégienne Spacemaker

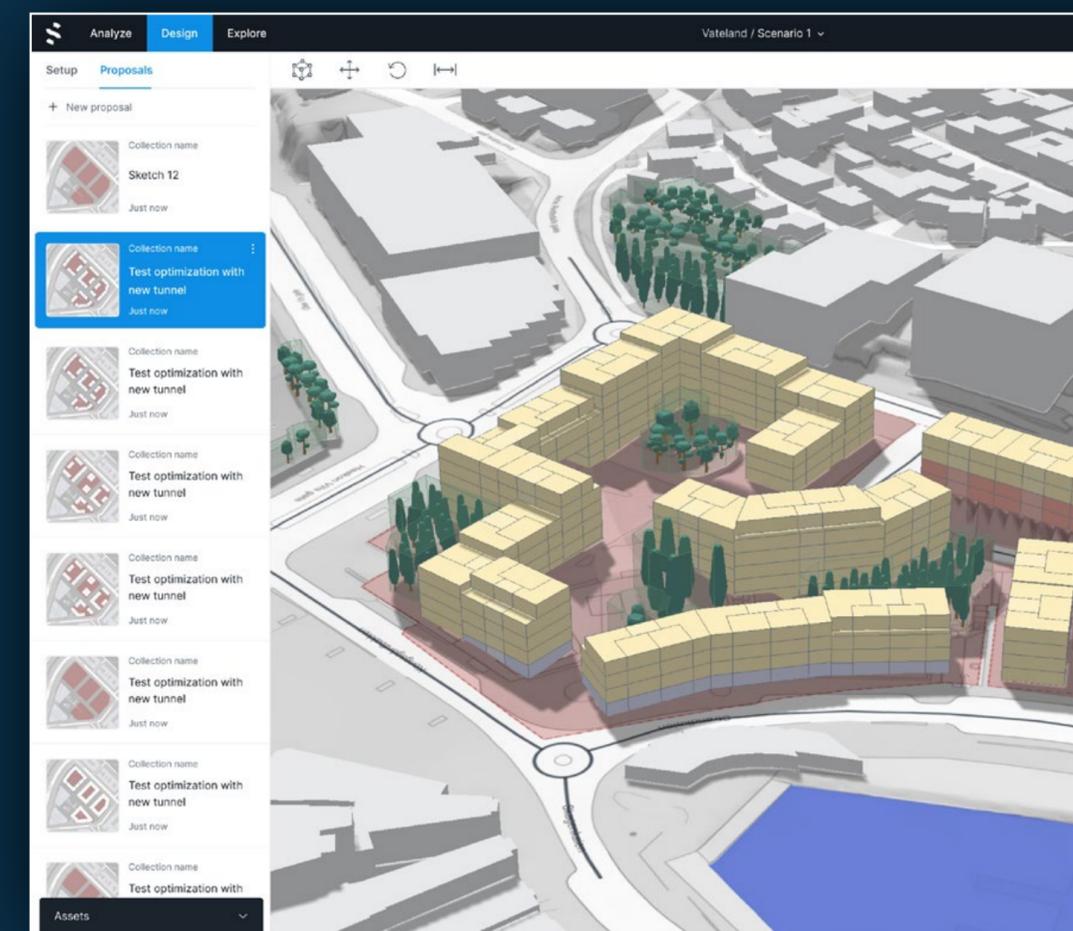
Cette technologie norvégienne repose ainsi sur la conception générative pour aiguiller plus rapidement les acteurs du bâtiment et surtout les urbanistes, promoteurs et architectes à prendre les bonnes décisions dès les phases étude. **L'objectif ? Pérenniser dans le temps les investissements immobiliers.**

Le principe est simple mais particulièrement efficace, cette plateforme basée sur le Cloud permet en effet d'intégrer en amont les meilleures possibilités et options de conception relatives à un bâtiment ou à un aménagement urbain. Pour cela, elle tient compte des critères de conception mais aussi de la réalité du terrain, des données météorologiques ou encore du trafic. En outre, elle ouvre également la possibilité d'intégrer les perspectives de durabilité dès les premières phases d'un projet.

Spacemaker génère rapidement des variantes de projets optimisées pour exploiter au mieux le site. De meilleurs résultats sont ainsi obtenus dès le départ. Les concepteurs peuvent alors se concentrer sur la partie créative de leur métier.

Extrait du communiqué de presse Autodesk, novembre 2020

Cette acquisition apporte aux urbanistes et aux promoteurs immobiliers la puissance de l'automatisation pour tester des idées de conception en quelques minutes, et créer des espaces et des villes plus durables. Sa force consiste à mettre à disposition des urbanistes et architectes la conception générative basée sur l'intelligence artificielle pour explorer les meilleures options d'aménagement urbain.





L'architecte du futur : vers la généralisation des usages BIM

Le BIM se présente comme une fabuleuse opportunité pour les architectes de se rallier à la stratégie bas-carbone. Et cela n'a jamais été aussi facile... Pourquoi ? Parce que grâce à des technologies innovantes comme la conception générative, il est désormais possible de contraindre les modèles générés au respect des normes et labels environnementaux, s'inscrivant ainsi dans une démarche durable. De la même manière, les outils de simulation ne cessent année après année de gagner en performance. Ces solutions permettent également dans le cadre de projets de rétroconception et de rénovation de l'existant, de repenser, dans le prisme de ces considérations environnementales, des bâtiments construits à une époque insouciante et qui brillent par leur capacité gargantuesque à consommer de l'énergie.

Conception générative, automatisation et autres innovations du BIM en main, les architectes peuvent davantage se concentrer sur l'essentiel de leur métier en ne craignant plus le mariage technologie/créativité (à l'image de leurs homologues des siècles précédents qui n'hésitaient pas à s'appuyer sur des concepts mathématiques et géométriques pour alimenter leur créativité...).

Ils ont désormais le loisir, pour ne pas dire le luxe, de choisir de manière quasi-instantanée les modélisations qui répondent parfaitement à leurs besoins et contraintes. Une fois les règles établies et les paramètres configurés, les outils d'intelligence artificielle et d'automatisation se plient aux contraintes énoncées par les architectes afin d'en trouver les solutions les plus optimales. Le panel d'objectifs énoncés par l'architecte est considérable et va de la réduction de la consommation énergétique, en passant par l'économie de matériaux, à l'optimisation logistique de l'exploitation du bâtiment.

L'architecte du futur se réapproprie du temps, un bien précieux mais nécessaire à la création, tout en se libérant de toutes les contraintes imposées par des contraintes de temps de plus en plus serrées. Ce qui pouvait auparavant prendre des heures voire des jours pour imaginer et tester différentes hypothèses de projets, s'exécute aujourd'hui en quelques minutes seulement. Grâce à toute la panoplie d'outils BIM, il pourra satisfaire l'âme humaniste, technique, sociologique, scientifique et artistique propre à cette profession séculaire tout en apportant à ses projets un fondement éco-responsable.

Architectes, BIM et ROI

Quel retour sur investissement espérer lorsqu'on s'investit dans le BIM ?

Pouvoir respecter les délais et les contraintes liés au temps, réduire les tâches chronophages constitue un véritable défi. Mais c'est aussi la possibilité d'augmenter le ROI et les marges qui aujourd'hui deviennent de plus en plus faibles

La maîtrise du BIM étend de manière drastique l'éligibilité à certains concours et appels d'offres. En outre, le BIM offre des possibilités de communication attrayantes et d'un réalisme de haute qualité autour d'un projet :

Meilleure compétitivité et ouverture à l'internationale.

Anticipation et détection des erreurs et des conflits dès la phase de conception. Une collaboration plus fluide entre les partenaires d'une même équipe favorise une meilleure compréhension du projet :

Des délais respectés et une réduction des coûts liés à la réduction des erreurs et à des échanges entre intervenants moins nombreux.

L'emploi de technologies paramétriques permet de générer et corriger automatiquement la documentation de projet telle que les plans, coupes, façades et détails :

Cela représente un gain de temps et la possibilité de se consacrer à d'autres tâches plus créatives et à plus grande valeur ajoutée.

Une agence d'architecture au fait des méthodologies BIM attire irrémédiablement de nouveaux talents :

Pérennité et continuité de l'entreprise.

La quantité d'informations que contient un modèle BIM mais aussi la qualité et le réalisme de la modélisation 3D sont tels qu'ils permettent de proposer des services qui vont au-delà du projet initial :

La possibilité de vendre des services supplémentaires tels que la mise à disposition d'une maquette BIM (DOE numérique ou jumeau numérique) à des fins d'exploitation et de maintenance ou pour la valorisation du patrimoine historique ou non représente un véritable plus.



Glossaire

API (Application Programming Interface ou interface de programmation applicative) : ensemble normalisé de classes, de méthodes ou de fonctions qui sert d'interface par laquelle un logiciel offre des services ou ouvertures vers d'autres logiciels.

BIM 360 : plateforme développée par Autodesk qui dispose des services comme le sont les données unifiées, les droits d'accès, la conception collaborative, le partage, la présynthèse, le suivi de chantier, les levées de réserves et la connexion possible à d'autres systèmes grâce à ses APIs ouvertes.

BIM Management : organisation des intervenants autour de la maquette numérique interopérable BIM, généralement en regard de la charte et de la convention BIM établies. Le BIM Management ne doit pas être confondu avec le BIM Manager.

BIM Manager : personne dont la mission consiste à coordonner un projet BIM selon les phases du projet. Il définit le protocole BIM, forme les intervenants, assure le suivi de la méthodologie de travail, aide à la conception de la maquette, anticipe les défaillances...

BIM niveaux 1/2/3 : le BIM a plusieurs niveaux, appelés niveaux de maturité, qui correspondent à des étapes vers le BIM collaboratif.

BIM ouvert : il permet aux différents intervenants d'un projet d'utiliser une même plateforme de maquette numérique dite interopérable. En s'appuyant sur des formats standardisés, le BIM permet de partager l'ensemble des données produit d'un bâtiment ou d'une infrastructure. Ce BIM collaboratif est appuyé par buildingSMART avec l'openBIM® et le format IFC.

buildingSMART : association internationale de référence créée en 1996 qui promeut l'utilisation du BIM interopérable, via le standard IFC (Industry Foundation Classes), afin de « soutenir une amélioration qualitative, économique et environnementale de l'industrie de la construction ». buildingSMART, appelée à l'origine IAI (Alliance internationale pour l'interopérabilité), est née de la décision de 12 entreprises américaines parmi lesquelles Autodesk. Actif dans 24 pays grâce à des chapitres locaux, buildingSMART est représentée en France par Mediaconstruct.

Collaboration : processus qui consiste à échanger et travailler entre tous les acteurs du projet autour d'une ou plusieurs maquettes BIM afin d'optimiser la conception, la construction et la gestion et maintenance d'un projet de bâtiment ou d'infrastructure.

Format ouvert (format non propriétaire) : langage standardisé informatique (IFC, COBie, BCF, gbXML...) qui permet l'interopérabilité d'un même projet. Le format ouvert nécessite l'utilisation de logiciels compatibles avec le format désigné. Les logiciels d'Autodesk sont tous compatibles aux formats ouverts. Un architecte utilisant Revit pourra ainsi partager sa maquette numérique BIM avec un ingénieur utilisant un logiciel d'une autre marque.

IFC (Industry Foundation Classes) : format informatique d'échanges de données utilisé dans le cadre de la maquette numérique BIM. Ce standard ISO 16739, implémenté par plusieurs éditeurs, permet aux intervenants sur un projet de communiquer et d'échanger des informations en temps réel. Créés en 1997, les IFC ont connu différentes évolutions au fil du temps. Dernière évolution en date : les IFC4 reconnus ISO depuis 2013. Ils améliorent encore la concordance des interprétations ainsi que l'ergonomie de la maquette et augmentent le nombre d'objets types disponibles.

Interopérabilité : capacité offerte à des utilisateurs d'un système à partager une interface commune grâce à des outils qui communiquent à l'aide d'un même standard d'échanges de données. Les logiciels BIM édités par Autodesk sont interopérables, ou openBIM®, puisqu'ils peuvent utiliser le format ouvert IFC en import et en export. Architectes, ingénieurs ou encore économistes de la construction peuvent intégrer des données aux objets de la maquette partagée.

Maquette numérique (MN) : représentation géométrique 3D (en général) permettant l'analyse, le contrôle et la simulation de comportements et de performances d'un objet ou d'un groupe d'objets. Afin de permettre cette analyse poussée, les éléments s'accompagnent de propriétés : il s'agit alors d'une maquette numérique sémantisée ou BIM.

openBIM® (buildingSMART international®) : concept créé par buildingSMART international qui qualifie une maquette numérique BIM interopérable. Chaque intervenant peut échanger les données de manière libre avec l'ensemble des métiers, quel que soit le logiciel 3D utilisé. Les logiciels en openBIM® utilisent un format d'échanges standardisé (ISO-IFC, COBie...).

ROI (Return on Investment) ou RSI (retour sur investissement) : la mesure du retour sur l'investissement BIM est une pratique importante qui peut avoir une pertinence qui dépasse le simple fait de déterminer s'il faut adopter ou non une innovation technologique.

RVT (Revit) : format du logiciel BIM Revit édité par Autodesk qui permet de créer un modèle BIM d'un bâtiment afin de générer divers documents nécessaires à sa construction (plans, perspectives...) pluridisciplinaire.



Autodesk et le logo Autodesk sont des marques déposées ou des marques commerciales d'Autodesk, Inc., et/ou de ses filiales et/ou de ses sociétés affiliées, aux Etats-Unis et/ou dans d'autres pays. Tous les autres noms de marque, noms de produit ou marques commerciales appartiennent à leurs propriétaires respectifs. Autodesk se réserve le droit de modifier à tout moment et sans préavis l'offre sur ses produits et ses services, les spécifications de produits, ainsi que ses tarifs. Autodesk ne saurait être tenue responsable des erreurs typographiques ou graphiques susceptibles d'apparaître dans ce document. © 2021 Autodesk, Inc. Tous droits réservés. Realisation: swpl.fr