

Le BIM :

6 questions pour comprendre et agir

Mieux concevoir, construire et exploiter les bâtiments de demain.



Mise à jour avril 2019



PREAMBULE

Le présent **Guide « Le BIM : 6 questions pour comprendre et agir »**, initialement paru en Juin 2016 a fait l'objet d'une **réactualisation**. Cette nouvelle version introduit donc les **misés à jour** notables en matière de BIM, de réglementations, d'acteurs et d'usages divers.

Depuis décembre 2018, le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB) a laissé sa place au **Plan BIM 2022**. A ce sujet, **Cercle Promodul/INEF4**, membre du **Comité de Pilotage**, est **activement impliqué** auprès du Plan BIM 2022, notamment en intégrant les groupes de travail dédiés à l'observatoire du BIM (Action 4) ainsi que le développement des outils de formation dans les territoires (Action 5).

Le Fonds de Dotation Cercle Promodul/INEF4 investit pour **l'intérêt général** les sujets d'aujourd'hui et explore les enjeux de demain pour **favoriser la place de l'humain au cœur des transitions énergétique, environnementale et numérique du bâtiment**. **Travaux collaboratifs et innovations** sont au cœur de ses actions pour favoriser l'émergence d'idées et de solutions adaptées aux besoins actuels et à venir.

“ Ensemble, oeuvrons à la réussite des transitions énergétique, environnementale et numérique du bâtiment tout en favorisant la place de l'humain au coeur d'habitats sains, performants et confortables. ”



Nous vous invitons à aller également consulter les **valises de sensibilisation** mises en place par le **Plan Transition Numérique dans le Bâtiment** (PTNB) au cours de son mandat et visant à **accompagner les professionnels dans leur transition numérique**. La **démarche pédagogique** consiste en plusieurs étapes, entre autres d'expliquer le BIM à l'aide de supports divers (infographies, brochures et vidéos). Les témoignages et retours d'expérience de maîtres d'ouvrage sont également inclus.

L'ensemble des outils sont accessibles au lien suivant :

<https://www.batiment-numerique-bimpourtous.fr>

FAIRE DU BIM UN LEVIER POUR LE BATIMENT

L'émergence de structures coordinatrices :

Le numérique a été identifié par les pouvoirs publics comme l'innovation de rupture nécessaire à la relance du secteur de la construction. Ainsi, le Plan BIM 2022, présidé par Yves Laffoucrière (succédant au Plan Transition Numérique dans le Bâtiment et créé Janvier 2015) a été lancé en décembre 2018 lors des Assises du Logement pour accompagner les acteurs du bâtiment dans leur transition numérique.

Une pression des donneurs d'ordres :

Pour la maîtrise des délais, des coûts et de la qualité de leurs projets.



L'évolution des infrastructures informatiques :

Dernier secteur très peu numérisé et automatisé, le bâtiment doit améliorer sa performance (stockage de données et rapidité de transmission).

La directive Européenne « marchés publics » :

Depuis 2017 chacun des 28 pays de l'UE doit pour des projets de construction financés par des fonds publics, encourager, spécifier ou rendre obligatoire l'utilisation de la modélisation des données du bâtiment (votée le 15 janvier 2014).

✓ **Toutes ces actions, obligations et initiatives doivent permettre d'augmenter la productivité et d'améliorer la gestion du patrimoine immobilier.**

Comment ?

Aujourd'hui

Dépenses liées à l'entretien et à la réhabilitation des bâtiments en moyenne huit fois supérieures au coût de fabrication.

Gestion difficile d'un ensemble de parc immobilier.



Demain

Utilisation de la maquette numérique pour toute construction (public et privée) permet :

- une meilleure maîtrise des risques ;
- une exploitation mieux adaptée ;
- une meilleure gestion des performances et de l'efficacité énergétiques des bâtiments.



“ *Les bâtiments changent, mais aussi les espaces, les usages et les relations entre les structures d'un même ensemble. Le BIM est un « outil » précieux pour appréhender cette complexité. Le BIM aide à modéliser cette complexité, de la conception à l'exploitation en passant par la construction.* ¹ ”

“ *La transition numérique dans le bâtiment est la bienvenue au regard des exigences des transitions énergétique et environnementale ; les objectifs ambitieux imposés aux bâtiments tant en matière de diminution des consommations énergétiques que de réduction des émissions de gaz à effet de serre nécessitent une grande disponibilité des données relatives aux éléments de construction et aux équipements techniques pour les études d'optimisation technico-économique préalables aux travaux de construction neuve ou de rénovation. La maquette numérique est un support idéal pour le stockage organisé de l'ensemble de ces données.* ² ”



¹ Bim Book « Construire avant de construire : la révolution de la maquette numérique », Bouygues Construction, Mars 2014, page 10.

² Rapport d'étape, Plan Transition Numérique du Bâtiment, Mars 2017, page 9.

Sommaire

PREAMBULE	2
INTRODUCTION	3
 6 QUESTIONS POUR COMPRENDRE	5
Qu'est-ce que le BIM ?	6
Pour quoi faire ?	9
Quels sont les avantages du BIM ?	13
Quels points de vigilance prendre en compte ?	15
Quels sont les acteurs ?	17
 LES ETAPES POUR AGIR	19
Quelles sont les étapes et outils clés pour se lancer ?	20
 GLOSSAIRE THEMATIQUE	23
• Notions essentielles	
• BIM et Maquette Numérique	
• Différents formats de données BIM	
• Formats OPEN BIM	
• Formats de fichier / Format natif	
• Types de logiciels	
• Applications BIM	
• Métiers	
• Construction et bâtiment	



6 questions pour comprendre



Qu'est-ce-que le BIM ?

POURQUOI CETTE QUESTION ?

Parce qu'il existe une **multitude d'acceptions**, selon les acteurs et suivant qui en parle. Le groupe de travail « BIM et Gestion du patrimoine » du Plan Bâtiment Durable l'illustre en ces termes :



“ Pour plusieurs, il s'agit avant tout d'un logiciel outil ; pour d'autres, il s'agit d'un processus collaboratif auquel peut être associé un format informatique d'échanges de données (IFC par exemple) ; pour certains, c'est davantage une base de données du bâtiment ; d'autres encore estiment qu'il s'agit d'une méthode d'analyse voire d'une méthode de management. ³ ”

QUE VEUT DIRE BIM ?

- **L'origine Anglo-Saxonne**  

Pour le BIM, **trois définitions** semblent ressortir. Si le « **B** » (Building) et le « **I** » (Information) ne laissent place à aucune interprétation. Le « **M** » de l'acronyme peut selon les cas signifier **model**, **modeling**, **management** ⁴ :

- **Transcription française** 

Pour les acteurs français, le terme BIM - Bâtiment et Informations Modélisées - désigne « *une base de données standardisée, unique et partagée par l'ensemble des acteurs, contenant toutes les informations techniques du bâtiment, depuis la conception jusqu'à l'exploitation et la maintenance et permettant de modéliser en 3D le bâtiment.* » ⁵

MODEL

implique le fichier numérique du bâtiment (Maquette numérique).

MODELING

désigne le processus de travail facilitant l'échange entre les divers intervenants et la constitution des données.

MANAGEMENT

fait référence à la gestion du projet.

BIM OU MAQUETTE NUMERIQUE ?

Bien que souvent confondues, la **Maquette Numérique** et le **BIM** ne désignent pas la même chose.

Le **BIM** : méthode de travail permettant de partager des informations fiables via une approche collaborative tout au long des phases d'un projet (conception, réalisation, exploitation, démolition). Ce processus de travail collaboratif se fait autour de la maquette numérique paramétrique 3D qui contient des données intelligentes et structurées.



“ La Maquette Numérique contient deux éléments essentiels : un cœur de données et une représentation graphique du bâtiment. ⁶ ”

³ et ⁶ Rapport du Groupe de travail BIM et Gestion du patrimoine, « Un avatar numérique de l'ouvrage et du patrimoine au service du bâtiment durable : le « Bâtiment et Informations Modélisés » (BIM) », Plan Bâtiment Durable, Mars 2014, page 5 et 6.

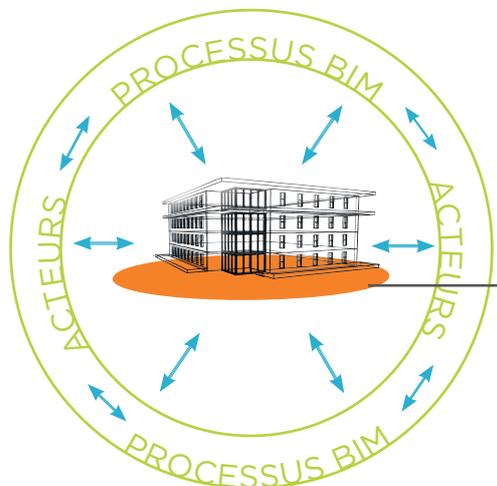
⁴ Celnik Olivier, Eric Lebègue, « BIM et Maquette Numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction », CSTB Editions, Editions Eyrolles, 16/09/14, pages 37.

⁵ « L'avenir numérique du bâtiment », Pôle de compétitivité Images & Réseaux, Mars 2015, page 2.

La **Maquette Numérique** est une **représentation numérique** des caractéristiques physiques et fonctionnelles du bâtiment ou de ces infrastructures.

A la différence d'une simple représentation 3D, la **Maquette Numérique permet** grâce à un minimum d'informations sur les objets présents et leurs propriétés, de pouvoir **analyser ou simuler certains comportements** (performance énergétique, impact environnemental, estimation des coûts, modélisation des objets, détection anticipée de défauts de conception etc ...).

Dans l'objectif ultime du BIM, et de manière simple, on peut dire que la **Maquette Numérique est intégrée** au centre du processus de travail collaboratif.



MAQUETTE NUMERIQUE
(Représentation d'objets d'un bâtiment porteurs de diverses caractéristiques.)

Par conséquent, le BIM ce n'est pas :

- un outil ;
- une technologie ;
- un logiciel de représentation visuelle en 3D ;
- un format numérique ;
- réservé aux opérations d'envergure.

✓ C'est plutôt :

- un processus de travail et de collaboration ;
- un processus de gestion et de production de données.

✓ Mais aussi :

- l'ensemble des phases d'un projet : conception, exécution et exploitation mais aussi de sa démolition ;
- une maquette numérique qui présente la géométrie de la construction, les relations spatiales, les propriétés des éléments de construction.



POINT CLÉ

Le « I » de B.I.M = **information**, c'est l'élément majeur dans le processus !

Ces informations sont stockées dans la **base de donnée** du projet et s'enrichit au fur et à mesure du processus et de l'expertise des différentes disciplines. Pour les industriels c'est la possibilité d'insérer dans le projet les informations techniques, documentations etc., de leurs produits et équipements.



LES DIFFERENTS NIVEAUX DU BIM

Le BIM a plusieurs niveaux de maturité. Ils sont les étapes pour aller vers le BIM collaboratif.

- **BIM Niveau 1** = modélisation orientée-objet ;
- **BIM Niveau 2** = modélisation orientée-modèle ;
- **BIM Niveau 3** ou **i-BIM** = modélisation orientée-réseau ⁷.

BIM NIVEAU 1

Le BIM isolé (lonely BIM) comprend :

- la réalisation de la Maquette Numérique
- l'utilisation par un ou plusieurs acteurs

Ne comprend pas :

- les échanges entre les modèles, chacun met à jour ses données individuellement

Doit intégrer :

- des données structurées (normées)



Si les données ne sont pas structurées, même si le bâtiment est dessiné en 3D, on ne peut pas parler de BIM car il n'y aura pas de travail commun possible.

BIM NIVEAU 2

Mise en place du travail collaboratif entre les acteurs :

- plusieurs modèles liés et mis en communs
- permet de combiner tous les modèles en un seul modèle unique ou fédéré

Comprend :

- un modèle graphique ou maquette numérique 3D ;
- des données non-graphiques (informations pour l'utilisation et la maintenance de l'ouvrage) ;
- des données structurées ;
- de la documentation ;
- un format de fichier natif (standard Cobie ou IFC).



A ce stade, les données sont structurées dans un environnement commun et les processus de contrôle et d'échange sont clairement définis.

BIM NIVEAU 3

Objectif ultime du BIM (pour beaucoup, seul niveau du processus BIM) :

- modèle unique et partagé par tous les acteurs
- intervention possible par tous et en même temps

Comprend :

- Le « Niveau 2 » + ...
- un stockage sur un serveur centralisé
- une accessibilité par tous les intervenants sur toute la durée de vie d'un ouvrage



Les technologies et savoir-faire actuels ne permettent pas encore l'accessibilité du Niveau 3 à tous les acteurs. De plus, ce niveau de collaboration totale n'est pas sans poser des problèmes de **propriété intellectuelle**, de **responsabilité** et de **réglementation de l'accès/modification et enregistrement** de la maquette numérique unique.

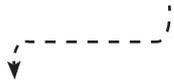
⁷ « Du bon usage du BIM : 12 enseignements à connaître », Pôle Observatoire, Agence Qualité Construction, 2016, page 8.

Pour quoi faire ?

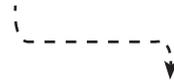
OBJECTIFS

Le BIM facilite la **gestion d'un projet** dans tout son cycle de vie, par l'ensemble des parties prenantes, en générant et partageant des modélisations graphiques, physiques et fonctionnelles des ouvrages.

Il permet donc aux différents métiers de travailler en parallèle le plus tôt possible vers un même but. On parle d'**ingénierie simultanée (ou concourante)** et non plus **séquentielle**.



L'ingénierie simultanée est une méthode qui consiste à engager simultanément tous les acteurs d'un projet, dès le début de celui-ci, dans la compréhension des objectifs recherchés et attendus avec une vision claire des éléments à réaliser.



L'ingénierie séquentielle est un mode de fonctionnement au cours duquel chaque étape démarre lorsque la précédente est complètement achevée.



“ *L'ingénierie simultanée (ou concourante) est une approche systématique pour concevoir un produit prenant en considération tous les éléments de son cycle de vie, depuis la conception jusqu'à la mise à disposition du produit et par conséquent intégrant la définition du produit, les processus de fabrication, et tous les autres processus requis dans le cycle de vie tels que, notamment, le fonctionnement (dans des environnements mécaniques, thermiques, acoustiques, électromagnétiques...) ou la maintenance.* ⁸ ”



Le BIM a donc pour objectif de mettre en place le processus d'ingénierie simultanée.



Pour ce faire les **logiciels métiers** doivent donc être plus collaboratifs et interopérables et nécessitent des données techniques standardisées pour alimenter ces logiciels (en termes de structuration, format, protocole d'échange).

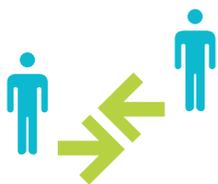


“ *Le premier objectif est donc de pouvoir disposer d'une maquette interactive permettant de simuler divers scénarios de comportement du bâtiment en fonction de tel ou tel paramètre, environnemental ou énergétique par exemple.* ⁹ ”

⁸ Celnik Olivier, Eric Lebègue, « BIM et Maquette Numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction », CSTB Editions, Editions Eyrolles, 16/09/14, pages 39.

⁹ « L'avenir numérique du bâtiment », Pôle de compétitivité Images & Réseaux, Mars 2015, page 2.

PLUSIEURS FINALITES



Fluidifier les échanges entre acteurs d'un projet :

- Mieux concevoir
- Mieux construire
- Mieux rénover
- Mieux exploiter



Réduire les coûts et les délais :

- Engagement de tous les acteurs dès le début
- Meilleure compréhension du projet
- Meilleure organisation du chantier
- Détection des problèmes, des interférences métiers mal négociées
- Optimisation des coûts



Réduire les coûts d'exploitation des ouvrages, sur la totalité de leur durée de vie :

- Centralisation des données
- Exhaustivité de l'information
- Faciliter les programmations pluriannuelles

ETUDE DE CAS ENERGY LAB © SIA PARTNERS :

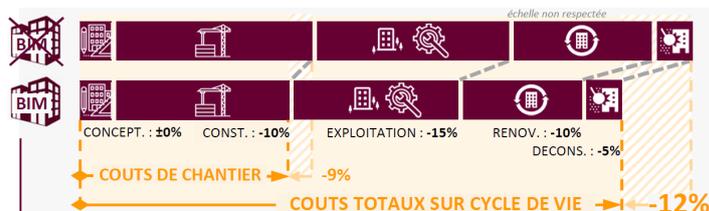
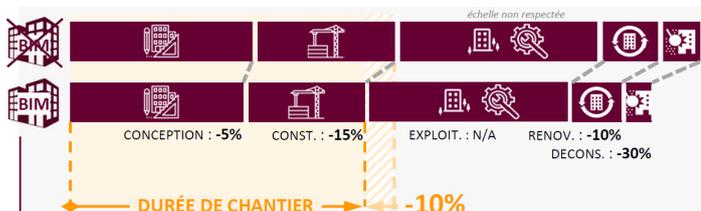
Le BIM impacte très positivement la performance Qualité, Sécurité, Coûts, Délais (QSCD) du bâtiment

✓ Gains du BIM en temps/délais sur le cycle de vie des bâtiments

- une communication plus efficace et mieux organisée ;
- un accès facilité à l'information centralisée en un système unique et accessible par des interfaces adaptées aux métiers.

✓ Gains du BIM sur les coûts du bâtiment

- une meilleure prévision des coûts : connaissance fine du bâtiment ;
- une industrialisation des composantes du bâtiment et une organisation du chantier pour une construction à moindres coûts ;
- une réduction des coûts d'entretien et de maintenance.



NB : Données issues d'une étude de cas Energy Lab © Sia Partners ¹⁰ sur des bâtiments tertiaires de bureaux, qui précise que ces conditions pourraient être réunies à horizon 5-7 ans, sous réserve d'un engagement significatif des acteurs de la filière bâtiment sur le BIM.

¹⁰ « Le BIM, une composante clé du bâtiment 4.0 », Energy Lab / Sia Partners, Septembre 2018, pages 3 / 16 / 23.

6 NIVEAUX DE DEVELOPPEMENT (Level of development)

Ils définissent le niveau de renseignement attendu pour les éléments constituant la maquette numérique selon l'avancement du projet et sont calés sur les différentes étapes associées à la loi M.O.P. Ces niveaux de développement du BIM sont définis pour des projets importants.

NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT 1 (CONCEPTS - ESQUISSE)

- Analyse les aspects d'impacts sur le site, lien entre la forme, les valeurs, les aspects réglementaires et les exigences du projet.
- **Opérateurs** : architecte / Contributeur : ingénierie sur indications techniques.



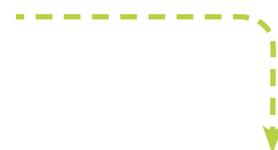
NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT 2 (APS - PERMIS DE CONSTRUIRE)

- Permet d'avoir les informations nécessaires au dépôt du permis de construire.
- **Opérateurs** : architecte et ingénierie sur le mode collaboratif/Contributeurs éventuels : AMO techniques sur indications.



NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT 3 (APD - PRÉ-SYNTHÈSE - PRO/DCE)

- Permet l'établissement de quantitatifs, estimation financière (préparation des marchés de travaux), présentation exhaustive et détaillée de l'ensemble des prestations (attribution par corps d'état des ouvrages qui composent le bâtiment).
- **Opérateurs** : architecte et ingénierie sur le mode collaboratif.



NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT 4 (SYNTHÈSE - ÉTUDE D'EXÉCUTION - CONSTRUCTION)

- Intègre les caractéristiques des éléments retenus dans les marchés d'entreprises (apport des documents d'exécution, d'usine, de fabrication, d'atelier et l'établissement des commandes et de la méthodologie d'exécution).
- **Opérateurs** : architecte pour les lots architecturaux et ingénierie pour les lots techniques, entreprise générale/Contributeurs : entreprises sur le mode collaboratif.



NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT 5 (DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS)

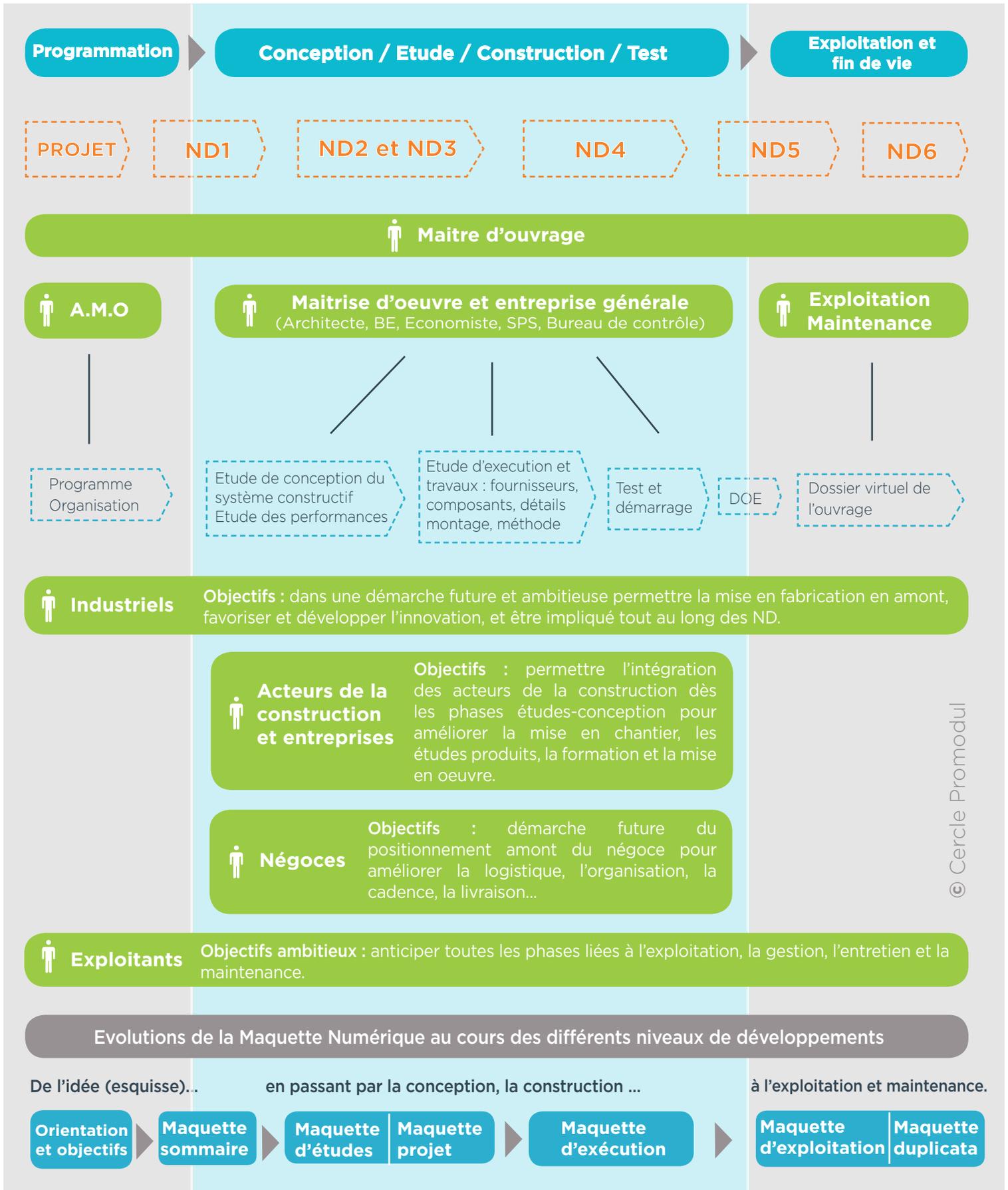
- Contient toutes les informations des dossiers des ouvrages exécutés (DOE), base de développement de maquettes d'exploitation permettant la gestion des acteurs avec leurs responsabilités, leurs droits.
- **Opérateur** : maître d'ouvrage et entreprise générale.



NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT 6 (EXPLOITATION)

- Permet d'obtenir des informations sur la vétusté/qualité des matériaux (accessible via des interfaces simplifiées comprenant plusieurs niveaux), d'évaluer les performances énergétiques, de respecter la réglementation, de faire un suivi des maintenances etc.
- **Opérateurs** : maîtrise d'ouvrage, maintenance, audit ... voire les occupants.

LES NIVEAUX DE DEVELOPPEMENT (ND) PAR RAPPORT AUX DIFFERENTS ACTEURS



Quels sont les avantages du BIM ?



“ Pour une organisation et un suivi des projets de construction fortement améliorés. Pour une exploitation des bâtiments sur la base d'informations riches et fiables. ”¹¹

“ La gestion intelligente du cycle de vie du bâtiment permet une meilleure maîtrise des coûts d'entretien. ”¹²



LE BIM EST UN « PROCESSUS »

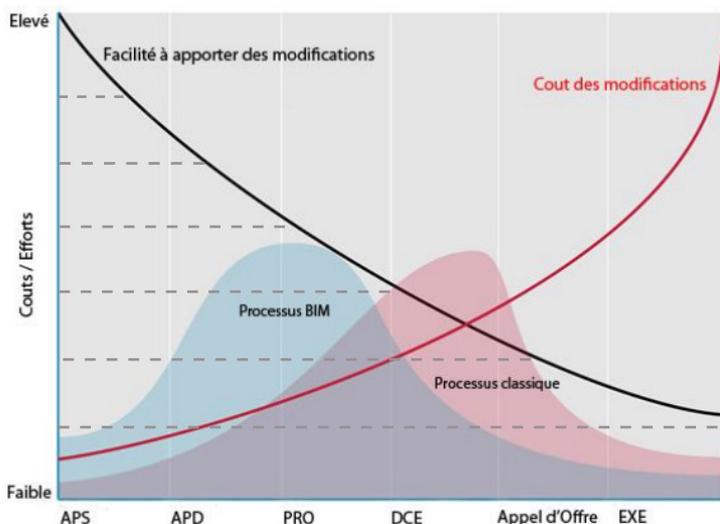
- **d'aide à la décision** : permet de faire les bons choix dès le départ grâce aux simulations, tests et représentations (intégration de la dimension budgétaire pour une optimisation des coûts, cohérence des informations, éviter les répétitions, détecter les contradictions et réduire les délais).
- **de maîtrise des phases de réalisation** : une meilleure planification des besoins et des approvisionnements associée à une anticipation des difficultés est un des principaux avantages du BIM.
- **d'aide à la gestion, exploitation et maintenance** : permet de faciliter l'évolution future des nouveaux ouvrages et de favoriser leur adaptation à de nouveaux besoins ou face à l'évolution de l'environnement.¹³



POINT CLÉ

- Générer la documentation du projet demande moins d'efforts.
- Les tâches redondantes sont éliminées.
- La conduite du projet réussit mieux face aux calendriers serrés.
- La diminution des coûts de traitement d'erreurs ou d'omissions ont un impact considérable sur la rentabilité.
- En ligne de mire, ce sont les réductions de contentieux, voire de prime d'assurance qui sont visées.¹⁴

GAIN DE PRODUCTIVITE



© Patrick Mac Leamy / EGIS

 Zone de gains et de réduction des coûts

- **Processus classique** : plus un projet avance, plus il est difficile et coûteux de le modifier (courbes 1 et 2).
- **Approche collaborative** : bases de données renseignées, socle commun aux différents intervenants et à chaque modification du projet.
- **BIM** : gain de productivité car coût global réduit (la majeure partie de ces efforts sont en amont - courbe 4). Le BIM permet une meilleure appréhension des processus de conception-construction/réhabilitation et rend la phase conception plus flexible et les changements moins coûteux.

¹¹ Lebègue, Eric, « Travail collaboratif autour du BIM », SMABTP, CSTB, 12/02/14, page 2.

¹² « L'avenir numérique du bâtiment », Pôle de compétitivité Images & Réseaux, Mars 2015, page 5.

¹³ D'après Bim Book « Construire avant de construire : la révolution de la maquette numérique », Bouygues Construction, Mars 2014, page 20, 21, 22, 26, 28 et 29.

¹⁴ « L'essentiel maquette numérique, bâtiment, BIM-IFC », Building Smart, Novembre 2011, page 14.

AVANTAGES EN FONCTION DES ACTEURS



Amélioration de la performance



Gain de temps



Réduction des coûts

<p>MO (Promoteur, Foncier)</p>	<p>Maitrise du projet (coût et esthétique), vente du projet facilité (respect des délais).</p>	
<p>MOE (Architecte, BET, Bureau de contrôle, Economiste, SPS)</p>	<p>Meilleure conceptualisation du projet (proche du résultat final, visibilité), réduction des délais grâce aux données à jour quel que soit le stade d'avancement (plus grande rapidité dans la lecture et la transmission des données techniques), réduction des erreurs par la maitrise des matériels et la prévention des risques (qui permettent l'émission de préconisations plus rapidement) et donc réduction/gestion des coûts réels.</p>	
<p>Entrepreneurs (Entreprises et artisans du BTP)</p>	<p>Réduction des coûts par l'intervention plus en amont dans le projet et les prises de décisions. Gestion et suivi facilités (délais de construction raccourcis, mise en chantier optimisée, meilleur suivi de chantier, meilleure gestion de la relation avec les fournisseurs).</p>	
<p>Industriels</p>	<p>Prescription facilitée et optimisée (meilleure diffusion des informations produits, dictionnaire techniques et des critères uniques pour tous), limiter le risque de malfaçon et intégrer plus rapidement un projet.</p>	
<p>Assureurs</p>	<p>Réduction des coûts de litiges et lecture du projet facilité (entre sa conception, sa réalisation et son entretien).</p>	
<p>Utilisateurs</p>	<p>Meilleure connaissance de l'environnement du bâtiment et donc de son entretien. Achat facilité (sur plan) par une appréhension du projet renforcée.</p>	

Quels points de vigilance respecter ?



Une gestion rigoureuse de l'information :

Indispensable au bon fonctionnement du BIM, l'information doit correctement être renseignée car elle suivra le bâtiment tout au long de sa vie (modifications du bâti, remplacements d'équipements techniques, évolutions des textes réglementaires) et permettra donc d'assurer sa mise à jour permanente et contrôlée.



Faciliter la modification et l'évolution de la maquette numérique avec des informations/des données mises à jour, précises et pérennes; sans négliger l'importante question des responsabilités inhérentes :

Modification possible par tous les acteurs concernés avec une attention particulière sur les données: renseigner avec précaution la base de données (pour éviter les erreurs qui se répercuteraient sur l'ensemble), maintenir les données dans le temps, s'assurer qu'elles restent accessibles et lisibles pendant toute la durée de vie du bâtiment. Ces modifications ne vont pas sans poser une importante question juridique relative aux droits et à la responsabilité de chaque intervenant en cas de contentieux, litiges et problèmes.



POINT CLÉ

S'engager sur des aspects de gestion des droits et des responsabilités :

Xavier Pican (avocat associé au cabinet Lefèvre Pelletier et associés) a été missionné par le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (désormais le Plan BIM 2022) et le Conseil Supérieur de la Construction et de l'Efficacité Energétique pour faire des propositions concrètes autour de toutes les dimensions juridiques liées au développement des outils numériques dans le secteur du bâtiment.

Dans son rapport « Droit du numérique et bâtiment »¹⁵, il aborde :

- la question de la propriété de la maquette numérique : une définition contractuelle en amont de la propriété affectée, des droits de propriété intellectuelle de chaque intervenant (droits d'auteur, brevet, etc.) ;
- la responsabilité des acteurs du BIM et des éditeurs de logiciels ;
- l'apparition de nouveaux comportements de travail, et donc de nouveaux risques qui impliquent de mettre en place la traçabilité des contributions au BIM, pour identifier le responsable en cas d'erreur.



Sur le plan humain :

- **Créer des formations de qualité** : l'émergence de nouveaux métiers BIM font apparaître des nouveaux besoins en termes de formation (initiale et continue).
- **Accepter la modification des habitudes** de travail des différents acteurs.



“ *Le BIM est un outil puissant de simplification des procédures dans la filière du bâtiment. Son adoption devrait donc modifier en profondeur les habitudes de travail de la filière, mais certaines évolutions doivent également être opérées pour que le BIM puisse fonctionner de façon optimale et apporter une réelle valeur ajoutée à l'industrie du bâtiment.* ”¹⁶

¹⁵ Xavier Pican, Rapport au Président du Conseil Supérieur de la Construction et de l'Efficacité Energétique et au Président du Plan Transition Numérique dans le bâtiment, « Mission Droit du numérique et du bâtiment », 31 Janvier 2016.

¹⁶ Rapport du Groupe de travail BIM et Gestion du patrimoine, « Un avatar numérique de l'ouvrage et du patrimoine au service du bâtiment durable : le « Bâtiment et Informations Modélisés » (BIM) », Plan Bâtiment Durable, Mars 2014, page 37.

! POINT DE VIGILANCE LIES A L'UTILISATION DES LOGICIELS « BIM »



En très grande majorité, l'ensemble des utilisateurs constatent une certaine **difficulté d'échanger entre logiciels différents**. Cela reste un frein qui pousse les acteurs de la filière à n'utiliser qu'un seul éditeur tout au long d'un projet (malgré l'offre globale et fournie de logiciel).

L'**interopérabilité** est donc un sujet crucial : **faciliter** au maximum **les échanges**, tout en prenant en compte la **sécurité** des données.



Ces **difficultés d'échange** entre logiciels se traduisent par l'apparition de **données altérées/corrompues** (c'est-à-dire que l'objet n'est pas reconnu en tant que tel), voire perdues (même lors d'un échange IFC).

Des améliorations doivent donc être trouvées afin de **gagner en qualité d'échange**, également entre logiciels similaires mais aussi de versions différentes.



La question des **objets** est également centrale pour les professionnels qui souhaitent leur **meilleure prise en compte** pour gagner en qualité et rapidité (les industriels ont intérêt à proposer des **objets génériques** mais aussi **décrits précisément** ou encore **personnalisables**).

Leur **mise à jour** est le point le plus essentiel.



Facilité d'usage et caractère « nomade » (c'est à dire le fait de pouvoir travailler en connexion et hors connexion lors de déplacements) des logiciels sont les derniers progrès attendus.



Enfin, sont également souhaités, des **déclinaisons mobiles** des outils dont les fonctionnalités et l'ergonomie seront « responsive » et adaptés aux tablettes, smartphones, avec ou sans connexion.

LES QUESTIONS ENCORE SENSIBLES ET DELICATES ¹⁷

L'emploi du BIM à grande échelle peut-il interférer négativement avec certaines professions actuelles ?
Si oui, quels sont les points de vigilance ?



“ Les architectes comme les entreprises de petite taille sont concernées. Le BIM reste un outil collaboratif et n'est donc pas automatique. Il ne remplace pas l'expertise professionnelle et les savoir-faire mais nécessite une volonté constante de communication, pédagogie, écoute et accompagnement. ”

Quel encadrement normatif et juridique ?

“ Les normes permettent de disposer d'un référentiel commun, partagé encadrant les échanges et évitent les incompréhensions et concepts non consolidés. Les responsabilités engagées sur la maquette numérique, fruit d'un travail collaboratif rassemblant plusieurs intervenants, comme celles du BIM Manager restent un sujet clé et nécessitent d'être bien encadrées. Si le BIM ne vient pas modifier le code civil, il a sans doute l'avantage de formaliser des pratiques d'échanges qui étaient devenus trop habituels. ”



Quels phénomènes et mécanismes de sécurité anticiper concernant la protection des données, l'interopérabilité et les différentes formes de partage ?



“ La rédaction de la convention BIM formalise les échanges divers entre les acteurs et le maître d'ouvrage. Encore faudra-t-il être attentifs au suivi des règles, à leur opérabilité tout au long du projet. Le format IFC permet de garantir des échanges dans un format interopérable et accessible à tous, ce qui ne signifie pas que l'on puisse se passer des phases de contrôle et de vérification. ”

¹⁷ [INTERVIEW] 3 questions à Olivier Celnik, « Transition numérique : le BIM entre craintes et innovation », site internet Cercle Promodul/INEF4.

Quels sont les acteurs ?



Succédant au Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB) depuis décembre 2018, l'objectif du **Plan BIM 2022** est de poursuivre le déploiement du numérique dans la filière du bâtiment. Déjà engagée, cette transition implique que tous les acteurs apprennent à travailler de manière collaborative. Les axes stratégiques du Plan BIM 2022 déployés par les pouvoirs publics et organisations professionnelles :

- Généraliser la commande en BIM dans l'ensemble de la construction (en 4 actions) ;
- Déployer le BIM dans les territoires (en 4 actions).

Cercle Promodul/INEF4 fait partie du COPIL du Plan BIM 2022 aux côtés des ministères de la **Cohésion des territoires**, de la **Transition écologique et solidaire** et de **l'Économie et des Finances ; des organisations professionnelles de la construction** (maîtrise d'ouvrage: USH/LCA-FFB/FPI ; maîtrise d'œuvre: CNOA/UNSFA/CINOV/SYNTEC Ingénierie/UNTEC ; entreprises: FFB/CAPEB/SCOP BTP ; industriels : AIMCC/FIEEC ; assureurs: FFA ; Contrôleurs techniques: COPREC ; géomètres: UNGE ; l'Ademe ; l'AQC).



Le **Plan Transition Numérique dans le Bâtiment** a été mis en place en janvier 2015, à la suite d'un rapport montrant la nécessité d'accompagner la mutation numérique du secteur du bâtiment. Programmé sur quatre ans (2015 à 2018) par le ministère en charge du Logement, son objectif a été de préparer le déploiement du numérique dans toute la filière du bâtiment (en particulier dans les petites structures), en généralisant le recours aux outils numériques pour tous.

Un rapport final ¹⁸ décline le bilan de l'ensemble des actions menées par le PTNB.

¹⁸ Rapport Bilan, Plan Transition Numérique dans le bâtiment, Décembre 2018.



Il existe à ce stade plusieurs éléments :

- **NF EN ISO 19650-1** : expose les concepts et principes de gestion de l'information à un stade de maturité décrit comme la « *modélisation des informations de la construction (BIM) selon la série ISO 19650* » .
- **NF EN ISO 19650-2** : spécifie les exigences relatives à la gestion de l'information, sous la forme d'un processus de gestion.



Le **Centre Européen de Normalisation** a adopté les présentes normes européennes le 24 août 2018. Elles existent en trois versions officielles (allemand, anglais, français).

L'AFNOR a également mis en place une commission de normalisation pour l'élaboration (janvier 2015) de la **norme NF XP P07-150** dite norme **PPBIM** : « Propriétés des produits et systèmes utilisés en construction - Définition des propriétés, méthodologie de création et de gestion des propriétés dans un référentiel harmonisé ».

Cette norme de méthode va être portée par ailleurs au nouveau CEN TC 442 BIM pour faire l'objet d'une reprise au **niveau européen** et en complémentarité avec les normes ISO du domaine.



L'**AIMCC** met en oeuvre la structuration et la numérisation des données produits. Le BIM doit être ouvert (openBIM) et le corpus de standards disponibles dans ce domaine qui aura pour vocation à se compléter progressivement.

L'AIMCC a amorcé avec l'AFNOR, le CSTB et Mediaconstruct, la création de « **France Euro PPBIM** » dont l'objectif est la numérisation cohérente des données produits dans les catalogues électroniques des fabricants (l'interopérabilité des échanges).



La plateforme collaborative **KROQI**, développée par le **CSTB** dans le cadre des travaux du Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB), doit répondre aux besoins de généralisation du BIM en s'adressant à tous les professionnels, notamment les TPE/ PME. Les outils et services proposés doivent permettre de faciliter et démultiplier les échanges, d'accélérer les phases de conception et de réalisation des opérations, et d'améliorer la maîtrise et la qualité de ces opérations.



Fondée en Juin 2017 par les organisations professionnelles de la construction, **ADN Construction** est une Association pour le Développement du Numérique dans le Construction. Celle-ci contribue à la promotion du numérique collaboratif, de l'interopérabilité et des bonnes pratiques dans le secteur de la construction. ADN Construction a été mandaté par les pouvoirs publics comme **porteur de 7 des 8 actions du Plan BIM2022**.



Son objectif est de soutenir une amélioration qualitative, économique et environnementale de l'industrie de la construction via un meilleur partage de l'information, basé sur des normes internationales ouvertes (favorisation de l'interopérabilité des logiciels en toute neutralité par le développement du format **standard IFC**).



Représentante de Building SMART International en France, **MediaConstruct** fait la promotion des bonnes pratiques liées aux technologies de l'information et de la communication.

Son objectif est la généralisation du partage de données dématérialisées dans la construction, mais aussi promouvoir et accompagner l'usage de la maquette numérique basée sur un standard (open-BIM) et faciliter l'émergence de nouvelles méthodes de travail collaboratives.



BIM France encourage l'usage du BIM, contribue à la mise en place du calendrier en France et participe à l'élaboration des textes et chartes.



Les étapes pour agir



Quels sont les étapes et outils clés ?

INDUSTRIELS ET NEGOCE : LES POINTS CLES A RESPECTER POUR SE LANCER DANS LE PROCESSUS BIM

Le processus BIM ayant pour ambition de **lier tous les acteurs de la construction**, depuis la conception jusqu'à la maintenance en passant par la réalisation, et donc le choix et l'approvisionnement de produits, matériaux et systèmes, il est **primordial d'identifier en amont ses besoins et de comprendre le rôle et les interactions de chacun**.



BIEN IDENTIFIER SES BESOINS : LES CRITERES TECHNIQUES FONDAMENTAUX A PRENDRE EN COMPTE

Afin de s'intégrer dans le processus BIM, au delà de la méthodologie et du choix des acteurs, il convient de **disposer également des bons outils**. A ce titre, les **logiciels liés au BIM** jouent un rôle clé. Devant la multitude de ces outils, il est important de connaître et de comprendre les **critères techniques qui doivent être pris en compte**. La grille de lecture ci-dessous met en avant **5 critères fondamentaux d'aide à la décision**.

L'interopérabilité :	Généralisée et essentielle dans le BIM, le logiciel choisi devra être capable d'échanger des données (au format IFC par exemple) avec les autres logiciels BIM du marché (entreprises extérieures) mais aussi à l'interne avec les logiciels de gestion de projet ou Workflow.
Le travail simultané en temps réel :	Le logiciel choisi devra conserver et préserver la manière de travailler. Il doit donc être capable d'échanger les informations avec les autres logiciels utilisés au sein de la société et offrir la possibilité de travailler simultanément sur un même modèle (dans l'entreprise ou à l'externe) si cela est nécessaire. De même, il faut s'interroger sur le rôle du logiciel : devra-t-il faire de la «création» ou de la «modification» de modèles ? (c'est à dire créer des modèles 3D ou intervenir uniquement sur les modèles des autres ?).
La taille des projets :	Tout comme la donnée précédente, le choix du logiciel devra se faire en fonction de la taille habituelle des projets (maisons individuelles ou tertiaire/collectif ?).
Les fonctionnalités du logiciel :	Il est important de choisir le logiciel en fonction des tâches à réaliser. Quelles fonctionnalités de bases propose t'il ? Quelles sont celles en plus ? (Modélisations 2D et 3D, visualisations, estimations du coût, planification de la construction, détection de conflits, analyses énergétiques ?).
L'insertion d'objets :	De plus en plus de fabricants proposent leurs produits sous forme d'objets prêts à être téléchargés pour une insertion dans les modèles. Cela peut représenter un gain de temps énorme par rapport à la création directe d'objets. Mais attention, habituellement ces objets ne sont proposés que dans les formats des principaux logiciels. C'est à travers un Contrat de Service que les ressources complémentaires disponibles (catalogue d'objets compatibles avec le logiciel, les tutoriels vidéo et le support client) seront intégrés.



Nous vous invitons à aller consulter le **recensement des outils numériques** initié par le **Plan Transition Numérique dans le Bâtiment**. Ce travail d'analyse et de synthèse a abouti à la création d'une plateforme de recensement des applications BIM qui permet d'orienter ses choix informatiques selon ses besoins métier. Elle permet donc de donner une plus grande visibilité aux offreurs de solutions logicielles, mais également aux professionnels désireux de se doter d'outils numériques d'obtenir une vision plus claire du marché.

Le site est accessible au lien suivant : <http://www.batiment-numerique-outils-bim.fr/>

DETERMINER LES PARAMETRES COMPLEMENTAIRES



Le prix :

il faut pouvoir trouver un logiciel avec un bon rapport qualité/prix et correspondant en même temps aux attentes et au budget alloué (il est également important de s'interroger sur l'utilité d'un achat ou d'un abonnement).



La prise en main générale :

sur quelle machine le logiciel peut-il fonctionner ? Quelle est l'ergonomie générale ? (Temps de prise en main, besoin de formation au logiciel ?).



La renommée/notoriété du logiciel :

quel logiciel est le plus utilisé ? Ce critère peut faciliter le choix, car les projets BIM nécessitent des échanges entre différents acteurs : plus le logiciel est connu ou utilisé, plus les échanges seront simplifiés.



Le développement du logiciel :

l'éditeur développe-t-il toujours le logiciel ? Y-a-t-il des mises à jour prévues chaque année ? Il est important de connaître ce facteur afin de savoir si le logiciel est amené à présenter de nouvelles fonctionnalités et répondre aux bugs identifiés.



Glossaire thématique

- Notions essentielles ;
- BIM et Maquette Numérique ;
- Différents formats de données BIM ;
- Formats OPEN BIM ;
- Formats de fichier / Format natif ;
- Types de logiciels ;
- Applications BIM ;
- Métiers ;
- Construction et bâtiment.



NOTIONS ESSENTIELLES

Attributs

ou « Propriétés » : il s'agit des caractéristiques ou éléments de description des produits, systèmes / ouvrages. Les règles de description sont définies dans la norme XP P07-150.

IFC (Industry Foundation Classes)

Origine : 12 sociétés réunies en 1995 dans Building Smart International pour résoudre la question de l'interopérabilité des logiciels utilisés. La réflexion aboutit aux IFC, informations relatives au bâtiment codées selon un format unique (défini par la norme internationale STEP ISO 10303-21) qui reste la référence aujourd'hui. Depuis 1995, les IFC ont évolué.

Aujourd'hui, le format IFC est un principe de structuration des bases de données permettant à tous les partenaires de collaborer de façon fluide, et donc est une garantie d'interopérabilité et de pérennité des données.

Ainsi le standard IFC est le socle de l'interopérabilité entre applications, facilite la coopération entre les différents acteurs du bâtiment et contribue à rationaliser les méthodes de travail. Il garantit un système ouvert, qui ne soit pas « captif » d'un éditeur ou d'un logiciel. Grâce aux IFC, toutes les applications de construction (logiciels métiers) peuvent communiquer entre elles et exploiter une seule et même base de données de l'ouvrage en cours d'étude, de construction puis d'exploitation. L'IFC va donc de pair avec la notion d'OpenBIM.

Dans la maquette numérique le format IFC permet de décrire des objets, leurs caractéristiques et leurs relations.

Interopérabilité

Permettre aux partenaires d'une opération de construction d'accéder, avec leurs logiciels métier, simultanément à une information sélective et centralisée du projet, en évitant les saisies redondantes du projet. Ainsi, chaque acteur a le pouvoir de lire et d'exploiter le fichier venant d'un outil concurrent ou confrère (exemple : le format IFC permet cela de manière standardisé).

Objet BIM (de construction numérique)

Représentation virtuelle/abstraite d'un élément de construction, en trois dimensions, formellement identifié (mur, dalle, porte...) avec ses propriétés paramétriques et attributaires (résistance mécanique, transmissivité thermique...). Unité de base de la maquette numérique l'objet est inscrit dans un ou plusieurs modèles relationnels.

OpenBIM

Approche numérique collaborative pour la conception, réalisation et maintenance de bâtiments à l'appui de standards et processus ouverts c'est-à-dire avec un import/export de données au format IFC, pour échanger entre logiciels métiers différents.

Processus

Ensemble d'opérations, d'actions ou d'évènements mis en œuvre pour atteindre un ou plusieurs objectifs.

Sémantiser

Reconnaître les attributs des données (identifier et caractériser) pour capitaliser dans un standard pérenne et amorcer une exploitation directe par les « modules » métiers interopérables.

Système

Un système est un objet de la maquette numérique qui identifie plusieurs objets et leurs relations au sein d'un modèle relationnel.

BIM ET MAQUETTE NUMERIQUE

BIM (Building Information Modeling)

Processus de travail collaboratif mettant sur un même plan l'ensemble des acteurs d'un projet immobiliers. Mutualiser le travail et éviter la répétition des travaux, ainsi que réduire les risques de malfaçon. L'ensemble des informations sont gérées tout au long de la vie de l'ouvrage. 4 définitions à ce stade :

- Building Information Model : maquette numérique du bâtiment. Le BIM est alors un ensemble structuré d'informations sur un bâtiment, existant ou en projet.
- Building Information Modeling : processus qui permet à tous les intervenants d'avoir accès aux mêmes informations numériques en même temps grâce à l'interopérabilité entre les plates-formes technologiques.
- Building Information Management : organisation et contrôle du processus qui utilise les informations contenues dans la maquette numérique pour effectuer le partage de l'information sur le cycle de vie complet d'un bâtiment.
- Bâtiment et informations modélisés : francisation de l'acronyme, proposée par le groupe de travail BIM et gestion du patrimoine du Plan bâtiment durable.

BIM Management

Mission visant à l'organisation des méthodes et processus permettant l'établissement de la Maquette Numérique. Le BIM Management consiste à :

- la conversion des objectifs du projet en CAS D'USAGES BIM, ensuite le BIM MANAGEMENT doit les appliquer au projet en intégrant les contributeurs et les moyens donnés par la Maîtrise d'Ouvrage et/ou l'entreprise ;
- l'élaboration de la convention et son suivi ;
- le contrôle qualité du respect de la réalisation des cas d'usages ;
- la consolidation de la maquette aux points d'étapes.

LOD (Level Of Detail)

Concept qui permet de représenter les différents niveaux de précision des éléments de construction attendus aux différents stades du projet. Notamment de la représentation de manière générique en tant qu'objet ou assemblage à la vérification tel que construit sur place, en passant par l'interaction entre les éléments et leur caractéristiques.

LOD (Level Of Development)

Souvent confondu avec « les niveaux de détail (level of detail) » qui concerne essentiellement avec quelle précision sont décrits les éléments du modèle ; le « niveau de développement » quant à lui concerne davantage la façon dont les éléments et les données associées doivent être considérés en terme de fiabilité ainsi que la manière dont les acteurs, intervenant dans le processus, sont reliés aux informations.

Maquette Numérique (MN)

Représentation/modélisation géométrique (en 3D) de l'ensemble des informations qui permettent de concevoir et construire un ouvrage, et d'en simuler les comportements.

Maquette 3D

Représentation géométrique 3D, non sémantisée, d'un produit. Une maquette 3D peut être créée avec des logiciels non BIM comme SketchUp, AutoCAD, 3DS Max ou Catia.

Normes

- **NF EN ISO 19650-1** : expose les concepts et principes de gestion de l'information à un stade de maturité décrit comme la « *modélisation des informations de la construction (BIM) selon la série ISO 19650* » .
- **NF EN ISO 19650-2** : spécifie les exigences relatives à la gestion de l'information, sous la forme d'un processus de gestion.

Norme XP P07-150 ou Norme PPBIM

En décembre 2014, la commission Afnor a publié une norme expérimentale XP P07-150 sur la définition des propriétés, la méthodologie de leur création et de leur gestion dans un référentiel harmonisé. Cette norme française va servir au comité européen de normalisation CEN/BT WG 215 « BIM » pour créer un document européen. La structure dédiée pour porter la norme et rassembler les forces et les expertises nécessaires pour alimenter le BIM en données produits cohérentes est France Euro PP BIM.

Une expérimentation est en cours pour développer et mettre en ligne un dictionnaire des propriétés des produits de la construction. Il est nécessaire, afin que les données s'échangent correctement entre les différents intervenants d'un projet, de se mettre d'accord sur la description de chaque objet. Ainsi, la norme ne remet pas en cause les dictionnaires existants mais doit permettre leur mise en réseau, en particulier, en harmonisant la description des produits de construction.

Nuage de points

Fichiers obtenus à partir d'un scanner laser 3D, reconstituant l'espace ou le volume capté par l'appareil. Ces points sont ensuite importés dans des logiciels graphiques, pour visualiser l'espace, prendre des mesures des dimensions, construire une maquette numérique de l'existant.

Plugin

Si le format IFC constitue un socle d'interopérabilité, les plugins sont des extensions qui peuvent s'intégrer dans le logiciel BIM. Cela permet d'accéder aux outils BIM directement et d'effectuer les mises à jour de maquette en temps réel : inutile de réexporter le fichier en format IFC.

2D

Géométrie en deux dimensions = plan, coupe façade.

3D

Géométrie en trois dimensions.

4D

Modèle 3D qui intègre la dimension du temps, utilisé pour visualiser un calendrier de construction.

5D

Modèle 3D qui intègre des données de coûts, utilisé pour automatiser les calculs de quantité lors de l'estimation des coûts.

6D

Modèle 3D qui intègre des outils de gestion d'actifs immobiliers.

7D

Modèle 3D qui intègre toutes les informations liées aux performances énergétiques et environnementales de l'ouvrage.

nD

Au-delà de 5D, on généralise aux autres informations qui peuvent être ajoutées aux objets BIM, comme l'acoustique, l'impact environnemental, la thermique...

DIFFERENTS FORMATS DE DONNES BIM

- gbXML
- PDF
- 3DS
- PG, TIFF, BMP, PNG
- RVT (Revit)
- CityGML

FORMATS OPEN BIM

BCF - BIM Collaboration Format

Introduit par Tekla et Solibri, il permet de séparer la communication des messages décrivant les problèmes découverts sur la maquette numérique du modèle lui-même (des commentaires, une petite partie du modèle BIM et des vues attachées). Les utilisateurs désirant communiquer sur les problèmes d'échanges de données, de détection de conflits ou des demandes de modifications sur la maquette n'ont donc plus besoin de se transmettre le modèle complet (pour comparer avec la version précédente et voir tous les changements). Le format BCF est géré par BuildingSMART.

IDM - Information Delivery Manual

Les IDM fournissent une référence commune dans les processus d'échanges de données du BIM. Les informations de chacun doivent donc être disponibles au moment et au format opportun afin d'en retirer tous les bénéfices. Ils sont généralement représentés par une cartographie des processus.

IFD - International Framework for Dictionaries

Les IFD permettent aux applications de comprendre les propriétés textes échangées (non prises en compte par les IFC car standard d'échange d'informations principalement géométriques). Les IFD travaillent de concert avec les IFC afin que tous les concepts et caractéristiques soient compris dans toutes les langues.

MVD - Model View Definition

Model View Definition (DVM en français) définit un sous-ensemble du schéma IFC qui est nécessaire pour satisfaire les exigences pour l'échange de modèles dans l'industrie de la construction. Le choix d'une MVD en particulier va faire que telle information sera contenue dans le fichier exporté en IFC. Ainsi le fichier pourra être utilisé pour un certain type d'échange. Les MVD officiellement publiées par BuildingSMART sont les suivantes :

- IFC2x3 Coordination View v2.0
- Structural Analysis View
- FM Basic Handover
- IFC4 Reference View
- IFC4 Design Transfer View

FORMATS DE FICHIER / FORMAT NATIF

DTH - Dictionnaire technique harmonisé

Historiquement développé avec Edibatec et GS1, le standard de description SDC a été repris par l'AIMCC (travaux menés au sein de la commission structuration de données) sous le vocable de DTH pour y introduire une approche horizontale des informations produites par domaine d'information et non plus une approche verticale par métiers. Il rassemble donc les caractéristiques (comprenant libellé, unité utilisée, type de données, longueur du champ, définition, usage, identifiant unique...) permettant de décrire les performances d'un produit, équipement ou système constructif. Les propriétés de ce dictionnaire seront portées dans le futur dictionnaire PPBIM (lien avec la mise en conformité à la norme XP P07-150).

Public, ouvert et évolutif, le dictionnaire a pour vocation de faciliter l'interopérabilité entre la maquette numérique et les logiciels métiers permettant de faire des simulations thermique, acoustique, de la sécurité incendie, de la qualité environnementale en évitant les multiples saisies.

DWF - Design Web Format

Format de fichier conçu et utilisé par l'éditeur Autodesk, permettant d'échanger des données vectorielles 2D et 3D d'une façon neutre et avec un poids de fichier réduit. Ce format peut être consulté à l'aide de viewers gratuits et est également reconnu par de nombreux logiciels techniques. Il est utilisé essentiellement pour la consultation des données (visualiser un modèle 3D avec les informations associées aux éléments géométriques: calque de création, type, matériaux...) et permet l'annotation par un tiers (remarques, questions...) avant le retour du fichier à son créateur pour qu'il importe ces données dans son logiciel de création.

DWG - DraWinG

Format natif du logiciel AutoCAD de l'éditeur Autodesk, devenu standard de fait pour l'échange de données géométriques 2D et 3D entre logiciels graphiques. Point de vigilance : ce format évolue au fil des versions d'AutoCAD, la compatibilité entre logiciel dépend donc des versions des traducteurs DWG respectifs. Attention, cette 3D vectorielle n'est pas de la «3D objet sémantiques du BIM ».

DXF - Drawing eXchange Format

Structure de communication entre le logiciel AutoCAD d'Autodesk et tout autre logiciel doté d'une interface capable de lire ou écrire ce type de fichier neutre d'échange de dessin, devenu standard de fait. Attention, cette 3D vectorielle n'est pas de la « 3D objet sémantiques du BIM ».

Format natif

Chaque logiciel enregistre les informations qu'il produit dans un format de fichier qui lui est propre, dit format natif. Dans le cas ou par exemple deux agences d'architecture collaborent au même projet, si elles sont équipées du même logiciel, elles opéreront naturellement pour l'échange de fichiers au format natif. Mais dans le cas contraire, elles doivent passer par un format d'échange exploitable pour les deux logiciels.

UML (Unified Modeling Language)

Méthode de spécification formelle de Ivar Jacobson résultant d'une synthèse entre les trois méthodes OMT, Booch et OOSE.

AUTRES CONCEPTS

Base de données

Système d'organisation de données englobant la structure d'information, l'information numérisée elle-même (fichiers) et les procédures ou langage d'accès.

COBie - Construction Operations Building Information Exchange

Standard et spécification internationalement reconnus, COBie est développé pour améliorer la gestion post-construction pour les gestionnaires de patrimoine.

TYPES DE LOGICIELS

Les logiciels de visualisation (pour tous les acteurs)

Les logiciels de visualisation, de synthèse et de coordination (viewer) sont des logiciels permettant d'afficher tout ou partie des informations de la maquette numérique, en filtrant les données et en suivant un critère ou une combinaison de critères. Il est également possible de contrôler un fichier, dans le format standard (IFC) lorsque l'on ne dispose pas de son logiciel d'origine. Grâce à la possibilité d'agréger et de faire interagir des maquettes numériques d'origines variées, ils facilitent la détection d'interférences ou d'incompatibilités géométriques (vérifient et localisent les interférences entre les objets, également réalisé par les outils de modélisation).

Ce sont des outils faciles et rapides à installer et utiliser. Ils sont pour les IFC, ce qu'un outil comme Adobe Reader est pour le format pdf. Ces logiciels peuvent être utilisés par l'ensemble des acteurs du projet et comprennent également les outils de rendu (permettent de rendre réalistes les bâtiments modélisés) et de simulation/calcul.

Les logiciels généralistes (architectes, entreprises de construction et bureaux d'étude)

Ces logiciels sont dits « généralistes » car ils englobent plusieurs domaines d'application : l'architecture, la structure et le MEP (Mécanique, Electricité et Plomberie). Ce sont principalement des logiciels de modélisation 3D qui permettent de créer des maquettes numériques et d'y associer des caractéristiques fonctionnelles et physiques. Ces logiciels sont utilisés par les architectes et les constructeurs.

Ils permettent de saisir l'ensemble des informations constituant la maquette numérique, de gérer les bases de données regroupant les informations des objets, de les encoder si nécessaires (quantitatifs, métrés, études d'interférences entre objets) et de les échanger sous un format neutre et interopérable (format IFC).

Les logiciels de reconstitution de l'existant (géomètres, bureaux d'étude, auditeurs, de bâtiments existants)

Outils et/ou logiciels permettant la réalisation de relevés télémétriques, laser et création de maquettes numériques à partir de scanning de plans. Créations d'objets CAO 3D à partir de photos. Ils permettent également de retoucher de plans numérisés ou d'assurer une cohérence de documents graphiques.

Les logiciels métiers (bureaux d'étude)

Ces logiciels sont dit métiers car ils sont utilisés en majorité par des profils spécifiques des métiers de la construction : ingénieur béton armé, ingénieur structure métallique, thermicien ou ingénieur étude de prix par exemple. Ces logiciels permettent de réaliser des calculs de structure, des simulations de déformation, des graphiques de charge, des simulations acoustiques et thermiques, des simulations et analyses de constructibilité et des rendus en utilisant les données des maquettes numériques.

Les logiciels de gestion de patrimoine (gestionnaires)

Ces logiciels sont comme leur nom l'indique orientés vers la phase exploitation des ouvrages (facility management). Ils sont utilisés par les propriétaires et gestionnaires de bâtiments. Ces logiciels utilisent les données de la maquette numérique et les exploitent pour une meilleure gestion de l'ouvrage. Ils ont des fonctionnalités spéciales telles que l'avertissement par messages d'alertes des révisions techniques à réaliser ou la mise à disposition des fiches techniques des différents consommables par exemple.

Les logiciels de CAO

Les logiciels CAO compatibles avec la démarche BIM, s'intéressent au processus de production et à la gestion des données de construction tout au long de la conception d'un bâtiment. Ce sont des logiciels de modélisation dynamique utilisant les trois dimensions. Ils visent à faciliter les échanges d'informations et l'interopérabilité avec les autres logiciels. Ils permettent également de créer et de modifier une maquette virtuelle 3D paramétrique. Les éléments du modèle contiennent les informations qui rendent possible les analyses et les simulations. Ces logiciels sont de moins en moins utilisés. L'adoption plus généralisée des logiciels BIM intégrant nécessairement ces fonctions, viennent progressivement les remplacer.

Plateformes et outils de partage

Le BIM étant un processus collaboratif entre différents partenaires, il nécessite la gestion des interactions entre les fichiers et les personnes qui les consultent. Le « cloud » et les outils de gestion de base de données permettent de gérer l'ensemble des informations d'un projet et de les partager tout en autorisant chaque partenaire à conserver son propre système interne.

APPLICATIONS BIM

Les plateformes BIM

Les plateformes BIM supportent la conception (produisent le modèle virtuel 3D primaire contenant toutes les informations) et la modification des objets du modèle (permettent la production de plans, la visualisation et la détection des interférences). Les principales plateformes sont Revit, ArchiCAD, Vectorworks, Digital Project, Tekla, Nemetschek.

Les outils BIM

Spécifiques à une tâche particulière, comme l'estimation des coûts, la détection d'interférences, les calculs statiques, la visualisation ; ces applications ne peuvent pas, en principe, faire de modifications au modèle 3D original. Toutefois les résultats peuvent parfois être exportés vers d'autres applications.

Les Environnements BIM, Serveurs BIM

Les serveurs BIM fournissent la capacité de gérer des informations beaucoup plus variées que le ou les modèles 3D, tel vidéos ou images. Ils peuvent en outre héberger plusieurs plateformes et plusieurs outils BIM. A l'avenir, les serveurs BIM, devront être capables de gérer des bibliothèques d'objets et de les utiliser avec différentes applications.

Les sociétés de modélisation

Les sociétés de modélisation permettent, aux fabricants ne possédant pas de représentation d'objets BIM de leurs produits, de les faire modéliser ou aider à leur modélisation. Après réalisation, et si le fabricant le souhaite, les produits sont mis à disposition en ligne et téléchargeables sur la plateforme. Des plugins permettent également de télécharger l'objet et de travailler sans quitter l'application BIM (logiciels).

METIERS : tous ces métiers sont sujets à de fortes évolutions et nécessitent une attention et un suivi particulier

BIM Manager

Il est indispensable dès qu'une maquette numérique est réalisée, y compris sur des petits chantiers. Son rôle est double : Il met en place le plan BIM du projet et ses règles de réalisation : comment découper le projet en zones, quelles sont les familles d'objets à utiliser, qui fait quoi et à quel rythme. Lors de points réguliers, il récupère les maquettes de chacun, prépare les réunions de coordination, assemble les maquettes et réalise les rapports de conflits consacrés aux interférences des différentes copies de la maquette.

Il réduit le temps d'implémentation des solutions de chaque corps de métier. BIM Manager est un travail collaboratif et occupe donc une fonction centrale et transversale. Le travail de l'architecte est donc à la fois facilité et optimisé.

Modeleur BIM

Personne qui dessine en 3D l'ouvrage. Il applique les règles établies par le BIM Manager et travaille sous la supervision de son supérieur hiérarchique, le BIM Coordinateur. Très à l'aise avec l'informatique et les logiciels de modélisation 3D, le BIM Modeleur doit savoir dessiner avec une grande rigueur afin que la maquette numérique soit exploitable par tous.

BIM Coordinateur

Il prend connaissance des règles et chartes de modélisation définies par son interlocuteur le BIM Manager et veille à ce que ses collaborateurs, les BIM Modéleurs les respectent et les appliquent. Il est le garant de la qualité de la maquette numérique.

CONSTRUCTION ET BATIMENT

ACV (Analyse du cycle de vie)

Méthodologie multicritères d'évaluation environnementale, normalisée ISO 14040-44.

AMO (Assistance à maîtrise d'ouvrage)

L'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO ou AMOA) a pour mission d'aider le maître d'ouvrage à définir, piloter et exploiter, le projet réalisé par le maître d'œuvre.

APD (Avant-projet détaillé)

Phase dans un projet de construction, regroupe l'ensemble des études de base permettant de définir les caractéristiques principales d'un projet.

APS (Avant-projet sommaire)

Etude sommaire d'un ouvrage permettant d'en définir les principales caractéristiques et d'en estimer le budget pour une prise de décision sur la suite à donner au projet.

CAO (Conception assistée par ordinateur)

La conception assistée par ordinateur comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement – à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique – et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer. Dans le cadre du BIM, la CAO n'est plus seulement une représentation graphique du bâtiment mais un modèle 3D composé d'éléments qui interagissent entre eux (voir « Objet BIM » et « sémantiser »).

Construction durable

Le concept de construction durable doit répondre à plusieurs critères :

- Energétique : optimisation des consommations, énergies alternatives, mutualisation, production, stockage ;
- Carbone : et plus généralement le cycle de vie à travers l'économie de ressources (eau, réutilisation et recyclage des déchets), l'utilisation des matériaux locaux, les éco-produits ;
- Biodiversité : respect de l'existant, le retour de la vie en milieu urbain ;
- Santé et confort : le bruit, la lumière, la qualité de l'air, la protection des usagers dans leur lieux de vie, l'évolution de l'organisation urbaine, la domotique et l'évolution des usages dans l'habitat et le travail ;
- Eco-conception : du bâtiment, du quartier et de la ville, l'évolutivité du bâti, les infrastructures du futur ;
- La réduction de la pénibilité au travail : l'optimisation de la qualité et des modes constructifs ;
- Le coût global : des composants, des systèmes et des ouvrages, la capitalisation et le partage des connaissances, les observatoires technologiques et prospectifs.

Coût global

L'approche en coût global permet de prendre en compte les coûts d'un projet de construction au-delà du simple investissement, en s'intéressant à son exploitation (charges liées aux consommations énergétiques à la consommation d'eau ...), à la maintenance, au remplacement des équipements ou des matériaux mais également à la déconstruction du bâtiment. Cette approche permet également de prendre en compte d'autres critères environnementaux et relatifs à la santé. On parle alors d'externalités : émissions de gaz à effet de serre, impact sur l'environnement (biodiversité, eau...), impact sur la santé des occupants.

DAO (Dessin assisté par ordinateur)

Discipline permettant de produire des dessins techniques avec un logiciel informatique. On le distingue de la synthèse d'image dans la mesure où il ne s'agit pas du calcul de rendu d'un modèle numérique mais de l'exécution de commandes graphiques (traits, formes diverses...).

DCE (Dossier de consultation des entreprises)

En droit des marchés publics en France il est utilisé pour les appels d'offres publics. Il contient l'ensemble des documents et informations préparées par le pouvoir adjudicateur pour définir l'objet, les caractéristiques et les conditions d'exécution du marché ou de l'accord-cadre.

DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés)

Comprend tous les documents nécessaires à la bonne compréhension de l'ouvrage, ses fonctionnalités et ses contraintes.

EXE (Etude d'exécution)

Les études d'exécution doivent permettre la réalisation de l'ouvrage. Elles comprennent les plans et détails d'exécution, plans de synthèse, devis quantitatifs détaillés, calendrier prévisionnel des travaux par corps d'état.

FDES (fiches de déclarations environnementale et sanitaire)

Ces fiches figurent parmi les premiers travaux conduits par les industriels au nom de l'environnement et de l'interopérabilité des informations. Différents acteurs ont alors travaillé à une définition commune des caractéristiques environnementales d'un produit de construction. Toutes ces données sont enregistrées pour la plupart sur une base de données nommée INIES et sont consultables sur le site de l'AIMCC (Association des industries de produits de construction).

Ingénierie simultanée (ou concourante)

Approche systématique pour concevoir un produit prenant en considération tous les éléments de son cycle de vie, depuis la conception jusqu'à la mise à disposition du produit. Le BIM est l'exemple parfait de l'ingénierie concourante, à l'opposé de la construction traditionnelle. Cette méthode d'ingénierie permet l'interopérabilité puisqu'elle met en œuvre une base de données centralisée du projet, accessible aux logiciels informatiques des partenaires d'une opération.

MOB (Modélisation des objets du bâtiment)

Recherche française axée sur les aspects de la modélisation conceptuelle lors de la phase de construction des ouvrages. Elle aborde l'exploitation dynamique du modèle, dans une problématique d'ingénierie concourante.

MOP (Maîtrise d'ouvrage publique)

Loi qui met en place, pour les marchés publics, la relation entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, deux acteurs principaux de l'acte de construire en déterminant leurs attributions, dans le cadre d'une commande publique. Elle constitue une des bases du droit de la construction publique en France, avec le Code des marchés publics.

PRO (Etude de Projet)

Préparation et analyse des plans et documents fournis par le maître d'œuvre, avis sur la conformité du projet au programme.

Bibliographie

« **Bim Book, Construire avant de construire : la révolution de la maquette numérique** », Bouygues Construction, Mars 2014.

« **BIM/maquette numérique, contenu et niveau de développement** », Le Moniteur n°5763, Cahier détaché n°2, 9/05/14.

« **BIM et Maquette Numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction** », Celnik Olivier, Eric Lebègue, CSTB Editions, Editions Eyrolles, 16/09/14.

« **L'avenir numérique du bâtiment** », Pôle de compétitivité Images & Réseaux, Mars 2015.

« **L'essentiel maquette numérique, bâtiment, BIM-IFC** », Building Smart, Novembre 2011.

Livre Blanc Maquette Numérique et gestion patrimoniale, « Préparer la révolution numérique de l'industrie immobilière », Caisse des Dépôts et des Consignations, Mai 2014.

Rapport du Groupe de travail BIM et Gestion du patrimoine, « Un avatar numérique de l'ouvrage et du patrimoine au service du bâtiment durable : le « Bâtiment et Informations Modélisés » (BIM) », Plan Bâtiment Durable, Mars 2014.

« **Travail collaboratif autour du BIM** », Lebègue Eric, SMABTP, CSTB, 12/02/14.

Ajouts version 2019 :

« **Du bon usage du BIM : 12 enseignements à connaître** », Pôle observatoire, Agence Qualité Construction, 2016.

« **Le BIM, une composante clé du Bâtiment 4.0** », Energy Lab / Sia Partners, Septembre 2018.

« **[INTERVIEW] 3 questions à Olivier Celnik, transition numérique : le BIM entre craintes et innovation** », Cercle Promodul / INEF4, 2019.

Normes « NF EN ISO 19650-1 » et « NF EN ISO 19650-2 », AFNOR, Décembre 2018.

« **Rapport d'Etape** », Plan Transition Numérique dans le Bâtiment, Mars 2017.

« **Rapport Bilan** », Plan Transition Numérique dans le Bâtiment, Décembre 2018.

Conception, rédaction et réalisation : Cercle Promodul / INEF4

Mentions légales : Le présent document peut être librement, cité, reproduit ou traduit, en partie ou en intégralité, à condition d'en reconnaître la source. Il ne peut faire l'objet de transactions commerciales. Il est diffusé dans le cadre des programmes d'intérêt général du Fonds de Dotation Cercle Promodul/INEF4



Fonds de Dotation Cercle Promodul / INEF4

« Les Collines de l'Arche » - Opéra E
76 route de la demi-lune
92057 Paris La Défense cedex
Tel : +33 (0)1 41 26 56 80
www.cercle-promodul.fr

Avril 2019

