Guide

Comment rédiger une convention BIM ?

buildingSMART France

Mediaconstruct

MND

Ce guide v2 est une publication conjointe bSFrance et MINnD • Toute reproduction interdite, meme partielle, sans l'autorisation buildingSMART France-Mediaconstruct • Tous nos remerciements vont aux membres de bSFrance et de MINnD qui ont travaillé à l'actualisation de ce document, mais aussi aux sponsors qui ont rendu possible son édition (Attic + , ACCA, Archimen, BIM World)• Crédits photos : DR bSFrance, MINnD • Mise en page : Caractère B • Impression : Le Magasin du print – Mars 2018• Ce guide est téléchargeable gratuitement : www.buildingsmartfrance-mediaconstruct/telecharger-memos-pratiques-bim-pdf

Sommaire

En préambule 3
- **Un vrai travail collaboratif à l'image du BIM** 3
- **Les auteurs** 4

Introduction 6
- **Mise au point** 6
- **Définition** 6
- **Le management de l'information** 7
- **Convention BIM dans le corpus documentaire** 8
- **Destination** 9
- **Démarche générale** 9
- **Élaboration** 10
- **Mise à jour** 10

Le projet 11
- **Objet du projet** 11
- **Échéancier du projet** 11
- **Localisation du projet** 11
- **Équipe projet** 12

L'équipe BIM 13
- **Généralités** 13
- **Membres de l'équipe BIM** 13
- **Rôles de l'équipe BIM** 13
  - – BIM management 13
  - – BIM manager-projet 15
  - – BIM manager-contributeur 15
  - – Coordinateur BIM 15
  - – Producteur BIM 15
- **Répartition des tâches** 15
- **Niveau de maturité BIM** 16
  - – Du BIM management 16
  - – Des contributeurs BIM 16
  - – Mesures d'adaptation et de mise à niveau 16
- **Focus : BIM management** 17
  - – Missions 17
  - – Limites de prestation du BIM management 17

Les objectifs BIM 18
- **Définir les objectifs BIM** 18
- **Hiérarchiser les objectifs BIM** 19

Les usages BIM 20
- **Généralités** 20
- **Cas d'usage BIM** 24
- **Consolider les usages BIM** 25

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Les IDM 26
- **Généralités** 26
- **Définition d'un IDM** 26
- **Contenu d'un IDM** 26
- **De l'IDM au MVD** 27

Le processus BIM 28
- **Généralités** 28
- **Définition des modèles d'informations des processus BIM** 28
- **Attributs de diffusion des modèles d'informations** 29
- **Jalons BIM** 29
- **Contrôles qualité** 30
  - – Les réunions : types et fréquences 30
  - – Les contrôles BIM 31
- **Gestion des livrables** 31
- **Propriété liées aux productionsde modèles et maquettes numériques** 32

L'environnement communde données (CDE) 33
- **Généralités** 33
- **Spécifications du CDE** 34
- **Prescriptions diverses** 35
- **Focus : données** 35
  - – Définition 35
  - – Structuration des données 35
  - – Validation de la donnée 35

L'infrastructure numérique 37
- **Matériels, logiciels et version** 37
- **Visualiseurs 3D ou viewers** 37

La modélisation 38
- **Généralités** 38
- **Système de référence unique** 38
- **Ségrégation des modèles** 39
- **Système d'unités** 40
- **Niveaux de définition** 40
  - – Niveau de représentation (NdR) 41
  - – Niveau d'information (Ndl) 41
  - – Niveau de documentation (NDoc) 42
  - – Niveau de complétude (NdC) 42
  - – Niveau de coordination (NCoo) 43
- **Nommage** 44
  - – Systèmes de classification 44
  - – Nommage des informations 44
  - – Nommage des incohérences et conflits 44

Les livrables BIM 45
- **Généralités** 45
- **Spécifications des livrables BIM** 45
  - – Spécification des livrables BIM 3D 45
  - – Spécification des livrables BIM 2D 45

Annexes 47
- **Liste des usages BIM Guide convention BIM v1** 47
- **Références et sources d'inspiration** 52

En préambule

Un vrai travail collaboratif à l'image du BIM

Depuis la publication de son 1er guide, buildingSMART France a instauré la Convention BIM comme le document de référence pour la bonne mise en œuvre des processus BIM liés à une maquette numérique dans le cadre d'un projet en BIM. Seulement la moitié des projets de construction de bâtiments en France, sont réalisés en BIM (bilan PTNB, décembre 2018) mais une très grande majorité d'entre eux font l'objet d'une Convention BIM.
buildingSMART France-Mediaconstruct, associée aux travaux du projet MINnD[1], affirme son engagement pour le déploiement du BIM en France et étend, dans cette nouvelle version du guide, ses recommandations et les usages BIM à tous les types d'ouvrages, les infrastructures linéaires, les ouvrages d'art.
Le Guide Convention BIM v2, c'est aussi l'intégration de la 1re norme ISO sur le BIM. Les éléments normatifs ont été pris en compte pour faire de ce guide, le 1er guide conforme à la norme NF EN ISO19650[2].
Je remercie tout particulièrement, Egis qui dès 2010, a entrepris la 1re inflexion vers l'ingénierie numérique devenue l'épine dorsale du développement de nos outils pour l'amélioration de notre performance. Cela se traduit en particulier par l'engagement d'Egis dans le développement du BIM (Building Information Modelling), mais nous nous intéressons aussi de près aux applications nomades (RV, RA, drones, lidars, etc.) et aux technologies d'avenir (nouveaux modèles de plateformes d'ingénierie collaborative, Big data, machine learning, IA, linked-Data, impression 3D). Le BIM vu par Egis, c'est une nouvelle approche permettant d'assurer la continuité numérique sur toutes les missions relatives à un ouvrage, un aménagement, un équipement, tout au long de son cycle de vie. Fort d'une expérience réussie dans la branche Bâtiment, Egis s'inscrit dans une dynamique d'élargissement du BIM et de ses applications à tous les domaines de la Construction.
En participant activement à des réseaux et programmes de recherche – buildingSMART France et MINnD – le groupe contribue à structurer les échanges d'informations, à définir un modèle de données standardisé, à développer de nouveaux outils et à spécifier les plateformes collaboratives entre tous les acteurs de la construction. C'est dons dans cette logique, qu'Egis m'a donné l'opportunité de piloter un groupe de travail passionnant au sein de buildingSMART France, composé de nombreux experts, tous membres de cette association de l'openBIM et dont il faut souligner la qualité des contributions, la participation, la patience et la détermination qui ont rendu possible l'élaboration de ce Guide Convention BIM v2.

Jean-Paul TREHEN
Référent Process BIM, du CST de buildingSMART France-Mediaconstruct
Directeur Building Information Management, Egis

1 Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables
2 Organisation des informations concernant les ouvrages de 6 construction — Gestion de l'information par la modélisation des 7 informations de la construction — Partie 1 : Concepts et principes et Partie 2 : Phase de réalisation des 8 actifs

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Les principaux contributeurs du guide

ACTH une expertise de la méthodologie d'intégration du BIM

- AMO-BIM, AMO Gestion des données du Patrimoine, AMO Transition numérique BIM.
- Plan stratégique, feuille de route et accompagnement du déploiement. BIM Management.
- BIM FORMATION. Formation et accompagnement méthodologique. De l'initiation au management en BIM.
- Recherche et enseignement universitaire : conseil (Opiiec-Fafiec et PTNB) ; mise en place du D.U BIM Université de Paris Marne la Vallée ; ADIG 650 stag/an ; Ateliers Pratiques, Mastère BIM ESTP/ENPC 400 stag/an.

www.acth.fr

AlyoS Ingénierie est un bureau d'études pluridisciplinaires pratiquant principalement des activités :

- économie de la construction, mode BIM ;
- maîtrise d'œuvre ;
- transition vers le BIM et Management BIM au travers d'AlyoS Conseil (filiale).

Nous intervenons sur des projets de logements, de tertiaires et de commerces. Nous sommes engagés depuis 2015 dans les travaux de building SMART France, car il est nécessaire à la fois de standardiser nos pratiques mais aussi de populariser la connaissance.

La démarche BIM Groupe ADP

Initiée dès 2013, au sein de la direction Ingénierie et Aménagement du Groupe ADP, la démarche BIM, couvre aujourd'hui la conception et la réalisation de l'ensemble des grands projets d'infrastructure des aéroports parisiens. Outil de performance, en cohérence avec la démarche globale de transition numérique mené par le Groupe, une nouvelle étape s'est engagée pour une exploitation et une maintenance plus efficientes des ouvrages livrés, par l'utilisation de la maquette BIM.

www.parisaeroport.fr/homepage-groupe

Acteur global de la construction, Bouygues Construction conçoit, réalise et exploite des projets dans les secteurs du bâtiment, des infrastructures et de l'industrie. Leader de la construction durable – responsable et engagé – le Groupe fait de l'innovation sa première valeur ajoutée : une « innovation partagée » au bénéfice de ses clients, tout en améliorant sa productivité et les conditions de travail de ses 47 350 collaborateurs. En 2017, le chiffre d'affaires est de 11,7 milliards d'euros.

www.bouygues-construction.com

CERQUAL QUALITEL CERTIFICATION

CERQUAL Qualitel Certification, organisme certificateur de l'Association QUALITEL, accompagne les promoteurs, constructeurs, bailleurs, syndics de copropriété, collectivités territoriales et aménageurs pour construire, rénover ou exploiter des logements de qualité, sains, confortables et durables, pour le bien-être de leurs occupants. Acteur incontournable de la certification de logements en France, il a certifié plus de 2,5 millions de logements depuis plus de 40 ans.
www.qualitel.org

FIEEC
FEDERATION DES INDUSTRIES ELECTRIQUES, ELECTRONIQUES ET DE COMMUNICATION

La FIEEC est une Fédération de l'industrie qui rassemble 22 syndicats professionnels dans les secteurs de l'électricité, de l'électronique et du numérique (biens de consommation, biens intermédiaires et biens d'équipement). Les secteurs qu'elle représente regroupent 3 000 entreprises (dont 87 % de PME et d'ETI), emploient 420 000 salariés et réalisent 100 milliards d'euros de chiffre d'affaires sur le territoire national dont 40 % à l'export. La FIEEC est membre de l'ORGALIME, de France Industrie, du MEDEF, de la CPME et de l'UIMM.
www.fieec.fr

egis

Nos 13 600 collaborateurs ont à cœur d'accompagner les transitions énergétique et écologique, numérique et territoriale pour façonner le monde de demain. Nous mettons notre capacité à innover et à transformer ingénieusement des idées en solutions concrètes, opérationnelles et surtout utiles, au service de nos clients partout dans le monde.
www.egis.fr/node/4745

legrand®

Legrand spécialiste mondial des infrastructures électriques et numériques du bâtiment propose une offre complète et innovante (produits, systèmes, services) pour les professionnels de l'électricité comme pour les utilisateurs finaux pour les marchés résidentiels, tertiaire et industriel. Avec la plateforme utilisée par Legrand, en un clic, les professionnels peuvent télécharger les objets BIM, accéder aux propriétés de chaque produit pour optimiser leurs interventions et partager des informations structurées et fiables tout au long du cycle de vie du bâtiment.
Lien vers notre catalogue : **www.legrand.fr/pro/actualites/conception-3d-legrand-met-a-disposition-des-objets-bim**

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Introduction

Mise au point

Ce guide a été élaboré au sein de buildingSMART France-Mediaconstruct, en collaboration avec les livrables du programme MINnD.
Le présent guide est destiné à assister les acteurs d'un projet en BIM dans l'élaboration de la « convention BIM » d'une opération. A minima, une convention BIM sera établie pour chacune des périodes de conception puis de réalisation.
La Convention BIM s'applique à toutes les typologies de projets et tous les types d'ouvrages (bâtiment, infrastructures, infrastructures linéaires et industrielles, énergétiques et minières…).
Ce guide s'adresse donc à l'ensemble des acteurs du secteur de la construction.

Vous y trouverez des références aux infrastructures notamment dans les cas d'usages.
À ce jour, une convention BIM ne revêt, aucun caractère obligatoire au sens légal ni réglementaire. Cependant, elle est indispensable à la bonne mise en place des processus BIM sur un projet.
Ce guide ne s'applique pas aux conventions BIM qui pourraient être établies pour ou pendant la période d'exploitation-maintenance. Ce document n'est pas et ne propose pas de gabarit type de convention BIM, qui a fait l'objet d'une mission diligentée par le PTNB et disponible sur www.batiment-numerique.fr

Définition

Le terme de convention BIM a été retenu pour désigner un document :
- qui explique la démarche BIM mise en place sur un projet ;
- auquel les acteurs d'un projet doivent adhérer ;
- dont ils conviennent du contenu.

Ce document est nécessaire dans la mesure où les thèmes couverts par ladite convention ne sont pas décrits actuellement par les documents contractuels.
Les effets juridiques de l'adhésion à la démarche sont inhérents à la convention BIM par le fait qu'elle engage ceux qui la reconnaissent en la signant.
À ce jour, tous les aspects juridiques et assurantiels du BIM ne sont pas encore clairement définis ni partagés, par exemple : la propriété des données, la hiérarchie contractuelle des informations, les engagements des acteurs sur les données des modèles, la recherche en responsabilité dans une maquette numérique…
La convention BIM est la réponse au « cahier des charges BIM » émis par le donneur d'ordres et définissant le projet sous l'angle du BIM. En général, un cahier des charges BIM est une déclinaison d'une charte BIM, document interne du donneur d'ordre.

Il est recommandé de définir une convention BIM de conception avec tous les acteurs de la phase de conception et de redéfinir une convention BIM de réalisation avec tous les acteurs de la phase de réalisation (construction) du projet, jusqu'à sa livraison.

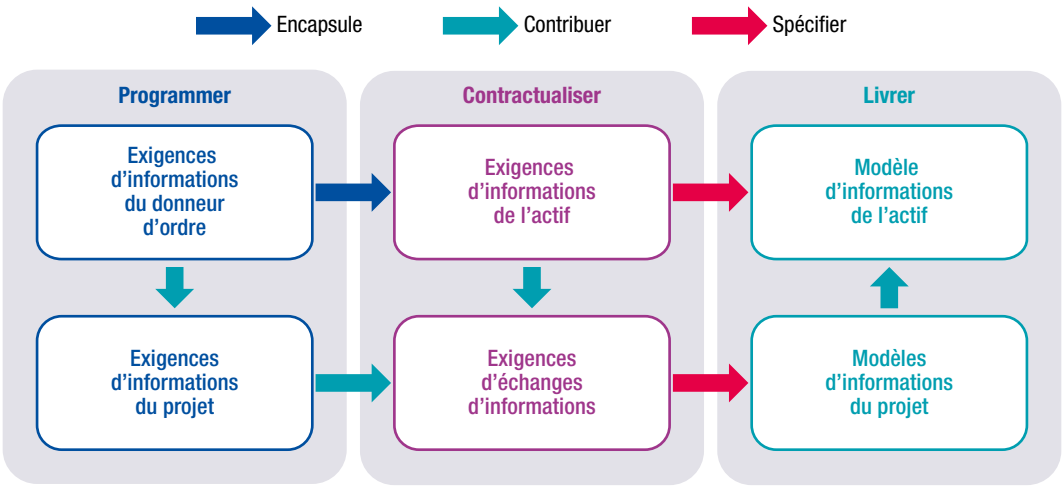
Définition du mot convention dans le dictionnaire Larousse : un accord passé entre des personnes, des groupes, des sujets de droit international (États, organisations), destiné à produire des effets juridiques et qui revêt en principe un caractère obligatoire pour ceux qui y adhèrent ; écrit destiné à formaliser la réalité de cet accord (ex : des conventions internationales sur la pêche). Règle de conduite adoptée à l'intérieur d'un groupe social (le plus souvent pluriel) : « avoir le respect des conventions ». Ce qui est admis d'un commun accord, tacite ou explicite : Les conventions orthographiques.

Le terme de convention BIM fait partie du corpus documentaire constituant le Plan d'exécution BIM (BEP) défini par la norme ISO 19-650.

Il appartiendra aux acteurs du projet, notamment la MOA, d'inscrire la convention BIM dans la liste ordonnée des documents contractuels ou de référence. Elle peut être intégrée au corpus contractuel du projet, à la manière d'un PAQ par exemple.

Le management de l'information

Selon la norme NF ENISO 19650-1, la gestion de l'information s'inscrit dans le schéma suivant :



Les **Exigences d'informations du donneur d'ordre** (OIR – *Organization information requirement)* sont l'ensemble des informations définies par une organisation – un client, un maître d'ouvrage – qui traduisent sa stratégie BIM interne en objectifs de qualité et de performances attendues en termes de BIM. L'OIR recense notamment les exigences et les objectifs BIM à satisfaire pour les projets et les actifs du patrimoine. L'OIR peut être porté par la charte BIM du client ou de l'organisation.

Les **Exigences d'informations de l'actif** (AIR) sont générées à partir de l'OIR et les **Exigences d'informations du projet** (PIR) sont spécifiées à partir de l'OIR.
Le PIR est spécifique à une opération particulière. Cet ensemble d'informations dédiées au projet précisent pour le projet les exigences et objectifs qui devront être respectés par les acteurs de l'opération. C'est un élément de consultation de la maîtrise d'œuvre, des entreprises, des mainteneurs, des exploitants…
L'AIR et le PIR sont des ensembles distincts mais totalement coordonnés et cohérents, qui agissent comme un cahier des charges BIM à l'attention des acteurs du projet.

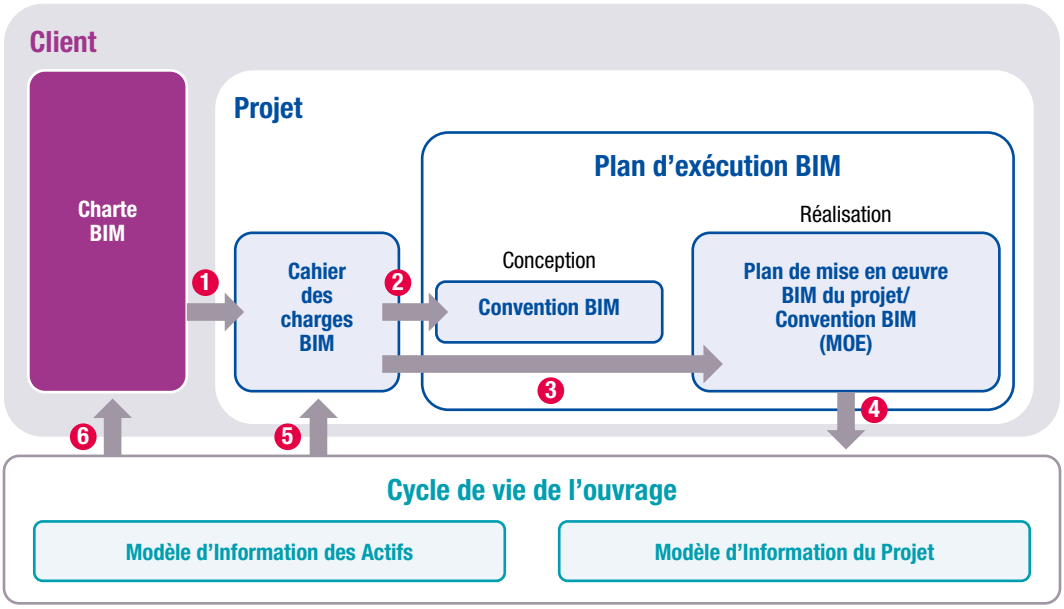
Les **Exigences d'échanges d'informations** (EIR) s'appliquent à la phase opérationnelle du projet BIM.
Cet ensemble décrit les méthodes organisationnelles, de représentation graphique, la gestion et les échanges de données, ainsi que les processus, les modèles, les utilisations, le rôle de chaque intervenant, et l'environnement collaboratif du BIM ainsi que les livrables BIM à chaque étape du cycle de vie du projet…
L'AIR et le PIR contribuent à la spécification de cet ensemble d'informations.
L'EIR est l'objet de la convention BIM.

Le **Modèle d'information du Projet** (PIM) est directement spécifié par l'EIR. C'est la maquette numérique du projet telle qu'elle résulte des spécifications de la Convention BIM (EIR).

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Convention BIM dans le corpus documentaire

Les conventions BIM s'inscrivent dans un ensemble documentaire qui couvre le cycle de vie de l'ouvrage.



Chaîne documentaire dédiée au BIM pour le projet (exemple)

❶ La maîtrise d'ouvrage élabore une charte BIM qui exprime sa stratégie BIM.
La maîtrise d'ouvrage établit un cahier des charges BIM du projet pour consulter une maîtrise d'œuvre.

Ce cahier des charges peut être mis à jour pour la consultation des entreprises et/ou la convention BIM de conception jointe au dossier de consultation des entreprises.

❷ Pendant la période de **conception**, la maîtrise d'œuvre, en réponse au cahier des charges de la maîtrise d'ouvrage, élabore et adopte une **convention BIM**.

Conformément à la norme NF EN ISO 19650, les conventions BIM des concepteurs et des entreprises, constituent le plan d'exécution BIM (BEP).

❸ Les **entreprises** répondent au cahier des charges BIM (qui aura été mis à jour si nécessaire à l'occasion de la phase de consultation) par un **plan de mise en œuvre BIM du projet.** La maîtrise d'œuvre devra obligatoirement mettre à jour la **convention BIM** couvrant la phase de réalisation.

Le plan de mise en œuvre BIM du projet s'adresse également aux sous-traitants des grandes entreprises et entreprises générales.

❹ La maquette numérique livrée par les entreprises et la maîtrise d'œuvre répond aux exigences d'exploitation et de maintenance pendant le **cycle de vie de l'ouvrage**. C'est le modèle d'information du projet.

❺ Le Modèle d'information des actifs (AIM) alimente l'élaboration de la **charte BIM** et sur le **cahier des charges BIM**.

La convention BIM de réalisation peut être une mise à jour de la convention BIM de conception ou un document totalement différent. Dans tous les cas, il répond au même cahier des charges BIM que le plan de mise en œuvre BIM du projet.
La norme ISO 19650-2 prévoit la création d'une pré-convention comme élément de consultation.

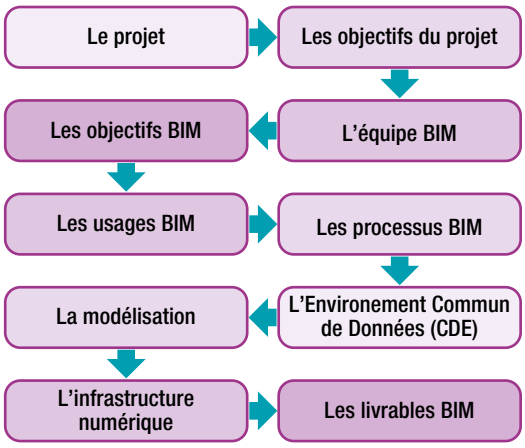
Destination

La convention BIM est à destination de tous les acteurs du projet qui, d'une façon ou d'une autre, contribuent à l'élaboration de la maquette numérique via les processus BIM qui y sont définis. Ces acteurs sont appelés « contributeurs BIM ». Elle doit être approuvée par tous les contributeurs BIM. La convention BIM est diffusée par le « BIM management », à l'ensemble des contributeurs, pour exécution.

Démarche générale

L'élaboration d'une convention BIM selon ce guide méthodologique, procède de l'enchaînement des informations ci-contre.

L'enchaînement des tâches pour l'élaboration de la convention BIM ne préjuge pas de l'ordre des chapitres de la convention elle-même même s'il constitue une source d'inspiration. Il a été défini pour l'ordonnancement des chapitres de ce guide.



Démarche générale de rédaction d'une convention

Lors du passage des phases de conception à la phase de réalisation (phases ACT, Marché…) il convient de prévoir un temps pour l'élaboration de la convention BIM de réalisation dans le cadre global du Plan BIM d'exécution. La nouvelle convention BIM sera élaborée avant la délivrance des ordres de services et le lancement de la période de préparation, durant la période de préparation des marchés de travaux.
Le sommaire de la convention BIM type (PTNB © 2018) regroupe ces thèmes sous les 3 chapitres suivants le sommaire ci-après :

Objectif de la convention
- Objectifs généraux
- Validité de la convention
- Modalités juridiques
- Historique du document

Dispositions communes et générales
- Le projet
- Les acteurs du projet
- Les objectifs BIM des acteurs

Organisation et processus BIM
- Les usages BIM du projet
- L'équipe BIM et l'équipe de BIM Management
- Répartition des taches et responsabiltiés opérationnelles

Détail du processus BIM
- Principe de collaboration – généralités
- Réunions de travail
- Environnement commun de données, plateforme de partage de données et de documents et processus de diffusion et de publication des données
- Processus de coordination BIM
- Infrastructures numériques et structuration numériques
- Utilisation du contenu des livrables
- Sauvegarde et archivage

Engagement des différents acteurs

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Élaboration

La convention BIM est élaborée par l'équipe de BIM management (cf. glossaire) en **conformité avec le cahier des charges BIM** lorsqu'il existe. Elle peut être initialisée à n'importe quelle étape du cycle de vie d'ouvrage, mais idéalement le plus tôt possible. Il convient de distinguer a minima la phase de conception de la phase de réalisation. L'équipe de BIM management anime un cycle de réunions pour l'élaboration jusqu'à approbation par toutes les parties.
Elle est soumise à chacune des parties pour exécution lors du démarrage du projet BIM, de préférence au début de phase.

Mise à jour

La convention BIM et/ou ses annexes doivent être mises à jour par l'équipe de BIM management, en fonction de l'évolution :

- Du projet (modifications du programme, modifications budgétaires, techniques…) ;
- Des intervenants (nouveaux ou changement…) ;
- Des objectifs BIM.

Le processus de modification est assuré par l'équipe de BIM management en concertation avec tous les contributeurs, suivant le même processus que son élaboration initiale et à chaque étape du cycle de vie du projet :

- Programmation (non traité dans ce guide) ;
- Conception : la convention BIM peut subir une mise à jour pour chaque phase (APS, APD, PRO) ;
- Réalisation/construction : la convention est systématiquement renouvelée pour cette phase et reste en général applicable jusqu'à la livraison de l'ouvrage ;
- Exploitation – gestion de patrimoine (non traité dans ce guide) ;
- Maintenance (non traité dans ce guide) ;
- Déconstruction/reconversion (non traité dans ce guide)

L'élaboration et la mise à jour de la convention BIM devraient être précédées d'une démarche objective d'évaluation de la maturité et de la capacité BIM des parties intervenantes.
Il apparaît que, selon les termes de l'élaboration de la convention et des modalités de sa mise à jour, la nature du BIM management soit de préférence une émanation des parties intervenantes.

Le projet

La convention reprend la note descriptive générale du projet, comprenant :

Objet du projet

Par exemple :
- Construction 30 logements à Paris ;
- Construction du tronçon de la N24587.

Les performances attendues par le maître d'ouvrage (MOA) dans les domaines suivants, par exemple :
- Budgétaire ;
- Programmatique ;
- Énergétique ;
- Thermique ;
- Acoustique ;
- Structurelle ;
- Délais ;
- De trafic ;
- De sécurité ;
- D'entretien/maintenance ;
- D'impacts environnementaux ;
- etc.

Et les éléments du cahier des charges BIM.

Échéancier du projet

L'échéancier du projet doit permettre de situer dans le temps le début et la fin de la période d'application de la convention BIM. Il est précisé dans ce chapitre :
- Le planning général de l'opération ;
- Les principaux jalons engageant les différents acteurs, y compris le MOA, le MOE, le futur exploitant/mainteneur ;
- Le périmètre temporel de la convention (tout ou partie du projet) ;
- L'état d'avancement du projet (phase en cours).

Phases/Jalons	Délais ou durées prévisionnels
DIAG (Diagnostic)	
ESQ (Esquisse)	
APS (Avant-Projet Sommaire)	
APD (Avant-Projet Définitif)	
PC (Permis de construire)	
AVP (Avant-Projet)	
PRO (Projet)	
DCE (Dossier de Consultation des Entreprise)	
ACT (Assistance Contrat de Travaux)	
EXE (Études d'Exécution)	
SYN (Synthèse)	
TRA (Travaux)	
OPR (Opération Préalable à la levée de Réserves	
DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés)	

Exemple d'échéancier

Localisation du projet

Il est précisé dans ce chapitre la localisation du projet selon tous les référentiels de localisation disponibles. Pour information un guide « BIM en pratique : le géo-référencement » est publié par buildingSMART France-Mediaconstruct.
La convention BIM précise, par exemple :
- Les coordonnées postales de l'ouvrage : n° de rue ; rue ; bâtiment ; résidence ; code postal ; ville ; département.
- Les informations cadastrales et les emprises de l'ouvrage : identification ; type de parcelle ; règles d'urbanisme.
- Les systèmes d'informations géographiques applicables au projet :
  – Systèmes de coordonnées généraux et particuliers ;
  – Coordonnées et altitude aux points caractéristiques ;
  – Azimut au nord géographique.

Le système de référence unique (voir page 38) doit être défini en conformité avec toutes les informations de localisation du projet.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Équipe projet

L'équipe du projet est plus large que l'équipe BIM. La convention BIM fait état de la liste des principaux acteurs du projet, parmi lesquels seront identifiés les contributeurs BIM. Peuvent être considérés comme contributeurs BIM et faire partie de l'équipe BIM, tous les acteurs du projet, qui d'une façon ou d'une autre, sont impliqués dans la convention BIM et/ou dans l'exercice de production, de coordination et de collaboration BIM pour le projet.

Entité	Nom de l'entité	Contribution BIM
Exploitant		
Maître d'ouvrage		OUI
BIM management		OUI
AMO		
Maître d'œuvre		
Contrôleur technique		
Coordonnateur SPS		
Coordination OPC		NON
Entreprises		
Sous-traitants		
Etc.		

Contributeurs BIM (exemple)

L'équipe BIM

Généralités

L'exemple de tableau des contributeurs BIM montre que les intervenants autour de la maquette sont intégrés dans des relations organisationnelles et contractuelles tout au long des grandes étapes du processus constructif : programmation, conception, réalisation, livraison et exploitation pour ne citer que les plus saillantes. C'est bien entendu au MOA ou ultérieurement à l'exploitant d'adopter la structure contractuelle et hiérarchique qu'il souhaite. C'est aux diverses entités juridiques de préciser les rôles dévolus à leurs intervenants.
L'organisation BIM se doit d'être elle-même intégrée au management technique du projet et ne doit en aucun cas se substituer à l'organisation métiers. Le MOA va donc préciser à qui il entend confier le management du BIM sous le contrôle de la direction technique.
Chaque entité juridiquement responsable doit pouvoir garder privées des données et informations qui ne regardent que ses processus propres et ses secrets de fabrication. Ceux-ci ne peuvent pour autant faire obstacle à la transmission d'informations techniques et contractuelles indispensables pour assurer la bonne intégration des technologies et des prestations de chacun en un ensemble performant et respectant toutes les contraintes et exigences.

Membres de l'équipe BIM

L'équipe BIM est constituée des représentants de chaque contributeur BIM et du titulaire de la mission en BIM management.
Le BIM management est piloté par un BIM Manager d'opération. Il coordonne les BIM Managers de chaque contributeur BIM pendant l'élaboration de la Convention BIM puis, ensuite, les coordinateurs BIM pendant l'exécution de ladite convention BIM.
Le BIM management peut être, selon les projets, constituée d'un ou de plusieurs acteurs/profils :

- Le BIM manager de l'opération, responsable du pilotage de la mission ;
- Des experts BIM spécifiques (BIM coordinateurs, expert plateforme, gestionnaires de bibliothèque de contenus…) ;
- Des opérateurs ou chargé d'opération ou de documentation…

Le maître d'ouvrage peut désigner son propre BIM Manager.
Chacune des entités identifiées comme contributeurs BIM désignera un BIM manager pour participer à l'élaboration de la convention BIM.
Les contributions des divers intervenants au BIM sont réalisées par des **producteurs BIM (ou modeleur BIM)**, et coordonnées au sein de chaque entité par un **coordinateur BIM.**
Au sein d'une entité, agissant en tant que contributeur BIM, les rôles de BIM manager et de coordinateur BIM pourront être confondus. Selon la taille du projet, l'organisation BIM peut être simplifiée en fusionnant des fonctions techniques et des fonctions BIM, (par exemple, la fonction de BIM modeleur exercée par un dessinateur-projeteur).

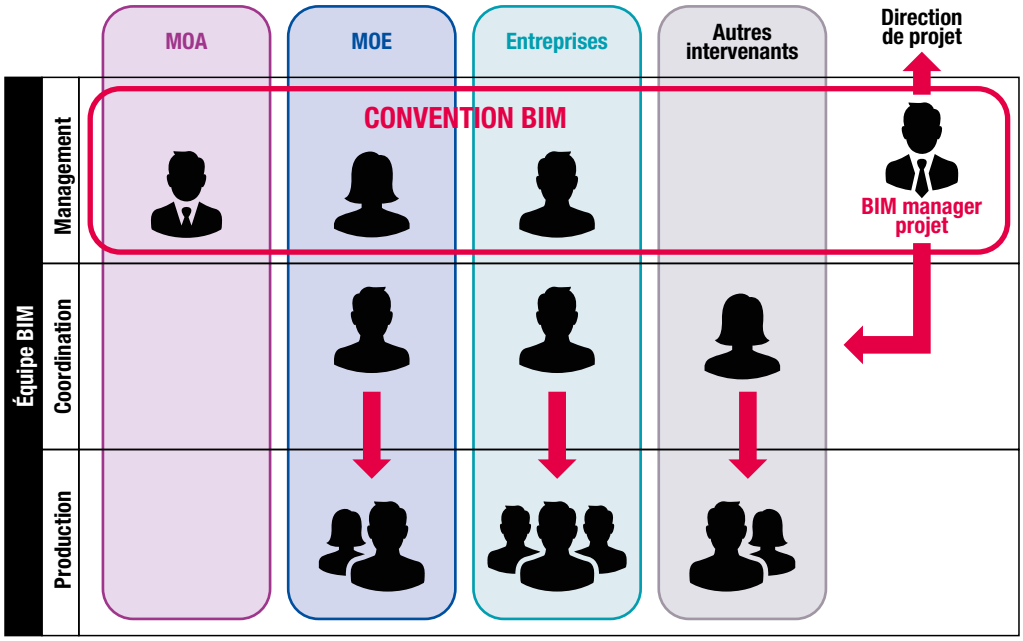
Rôles de l'équipe BIM

BIM management

Le BIM management est en charge de l'élaboration de la convention BIM, idéalement rattaché à la direction du projet.
La convention BIM sera élaborée, rédigée et mise à jour en coordination et accord avec l'ensemble des parties intervenantes dans le projet, qui souhaitent et peuvent adhérer à la convention BIM.

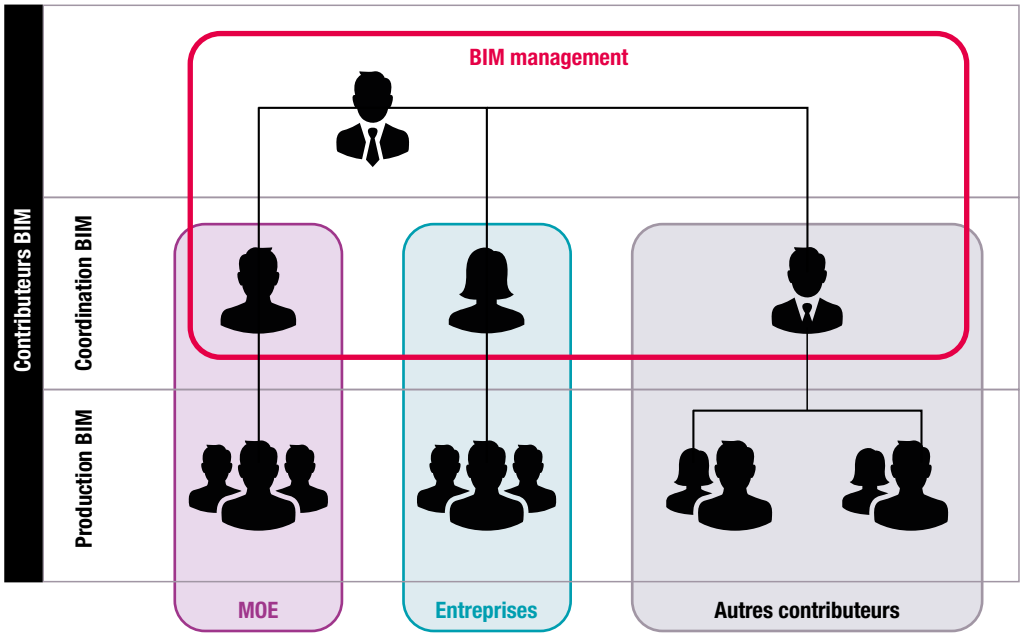
Pendant l'élaboration de la convention BIM, le BIM management identifie les outils et met en place les processus BIM. Il définit les rôles et le périmètre d'intervention des contributeurs BIM. Il peut ainsi rassembler les BIM managers et/ou responsables BIM de chaque contributeur BIM afin qu'ils participent notamment à l'élaboration des processus BIM définis dans la convention BIM.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés



Équipe BIM pendant l'élaboration de la convention (exemple)

À l'issue de l'élaboration de la convention BIM et lorsque celle-ci a reçu l'approbation des contributeurs BIM pour exécution, le BIM management assure le suivi d'application de la convention BIM. Les contributeurs mettront à disposition du BIM management des profils de coordinateurs BIM.



Équipe BIM une fois la convention élaborée (exemple)

BIM manager-projet

Le BIM manager-projet pilote la mission de BIM management. Il établit la stratégie opérationnelle de l'opération, en accord avec les objectifs BIM du programme et ceux des entreprises. Il est le garant de l'atteinte des objectifs BIM du projet et du respect de la convention BIM du projet. Il rend compte à la direction de projet des difficultés de toute nature pour l'application de la convention BIM. Il doit s'informer de la maturité des contributeurs BIM du projet et le cas échéant proposer des solutions pour adapter un niveau de maturité insuffisant aux objectifs BIM du projet.

Le BIM manager-projet ne doit pas intervenir d'une quelconque manière dans l'élaboration de la maquette numérique. Dans ce contexte, il n'a pas de responsabilité « métier » engagée dans la conception ou la réalisation de l'ouvrage. À ce titre, sa prestation ne devrait pas être éligible à la garantie décennale.

BIM manager-contributeur

Il est responsable de la stratégie BIM du contributeur. Il en est le référent pour l'élaboration de la convention BIM du projet. Il s'enquiert du niveau de maturité des personnes de son entité, y compris des prestataires, des sous-traitants… Le cas échéant, il s'assure de la mise en œuvre des mesures correctives ou palliatives pour atteindre le niveau de maturité requis.

Coordinateur BIM

Il gère le projet pour le domaine spécifique traité en BIM par son entité. Il va également piloter et auditer les modèles BIM selon les contrôles qualité définis par la convention BIM. Il est, avec le BIM manager-contributeur, garant de la production BIM attendue et due au titre du projet et conformément au BIM management.

Producteur BIM

Son rôle et son périmètre d'intervention sont avant tout productifs. Suivant les recommandations et les prescriptions établies par le coordinateur BIM, il élabore, modélise les ouvrages, produit et édite les modèles d'informations 3D, les livrables nécessaires à chaque phase du projet, prévus dans la convention BIM.

Il peut réaliser aussi des contributions d'autres natures (notes de calculs, qualifications des données, spécifications des nomenclatures, etc.), qui peuvent constituer des données de la maquette.

La taille de certains projets peut amener à identifier des rôles supplémentaires du type gestionnaire de la plateforme, gestionnaire des interfaces, responsable de la production des livrables, gestionnaires des taches, etc.

Répartition des tâches

Dans le tableau, ci-après sont listées des tâches types et leurs attributions par acteur de l'équipe BIM.

Cette liste n'est pas limitative : il peut être ajouté les tâches relatives aux usages BIM retenus pour le projet par l'équipe de BIM management par exemple. Il est surtout recommandé de bien identifier les limites des tâches attribuées selon les usages retenus pour le projet.

	Gestion de projet				Production du projet			
R : réalise P : participe	Convention BIM	Revue de modèle individuel	Revue de coordination de modèles ou Revue de maquette	Revue de projet	Cas d'usage A	Création de contenu	Modélisation des informations	Livrables
BIM manager-projet	R	P	R	P/R	P			
BIM manager-contributeur	P		P					
Coordinateur		R	R	P	R/P	P	P	R
Autre coordinateur		R	P		R/P	P	P	P
Producteur		P			R/P	R	R	R
Autre producteur		P			R/P	R	R	

Répartition de tâches types dans l'équipe BIM (exemple)

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Niveau de maturité BIM

L'évaluation de la maturité porte sur les acteurs présents au moment de la rédaction ou de la mise à jour de la convention BIM. Nous n'évoquons pas les évaluations de la maturité BIM qui pourraient être mises en œuvre pour sélectionner les acteurs lors d'une phase de consultation. Cela relève d'un autre processus qui n'est pas traité dans le présent document.

Du BIM management

L'équipe de BIM management doit pouvoir justifier collectivement du niveau de maturité BIM de l'équipe BIM engagée sur le projet, sur les thèmes suivants :

- Les tenants et aboutissants d'un projet en BIM ;
- Les informations des objets (graphiques de représentation, informations et documentation) ;
- Les formats de fichiers du BIM (IFC, BCF, etc.) ;
- Le niveau d'adoption des logiciels par les contributeurs (solutions informatiques dédiées à la modélisation des informations incluses dans au moins 1 processus d'usage BIM) ;
- Les étapes d'un projet de construction, de la programmation à la déconstruction ou au moins dans la phase où l'équipe de BIM management s'exerce ;
- La gestion et direction de projets ;
- Les solutions logicielles de détection de conflits ;
- La gestion des interfaces entre corps d'états ;
- Le fonctionnement des plateformes collaboratives BIM ;
- La formation et la sensibilisation au BIM.

Selon que vous manageassiez seul ou en équipe, les compétences seraient réparties sur tous les membres de l'équipe de BIM management.

Dans tous les cas, l'équipe de BIM management doit pouvoir justifier de son niveau de maturité BIM.

En attendant la conclusion des travaux internationaux et français visant à définir les compétences attendues pour un professionnel du BIM management, les points ci-dessus constituent une base raisonnable.
Au début de la mise en place de l'équipe de BIM management, une bonne pratique consiste à ce que ses différents membres exposent leur propre maturité BIM afin de contribuer à l'établissement d'un climat de confiance et de transparence.

Des contributeurs BIM

La mise en place du BIM sur un projet nécessite de tenir compte des compétences et des niveaux de maturité des contributeurs BIM. Pour cela, le BIM management procédera à une évaluation à l'aide de méthodes appropriées.

Différentes approches sont possibles pour évaluer la maturité des organisations et contributeurs BIM du projet :

- Par la mise en œuvre du BIM sur des références précédentes. Une telle approche pourra s'appuyer au choix sur :
  - La démonstration de la mise en œuvre des usages BIM ou cas d'usages métiers demandés pour le projet ;
  - Des méthodes d'évaluation de la maturité BIM des projets telles que celles proposées ci-après.
- À l'aide de méthode d'évaluation adaptées comme celles proposées ci-après ;
- L'évaluation des outils et systèmes de production ou de contribution au BIM (machines, serveurs, réseaux, systèmes d'échanges).

Cette étape d'évaluation de la maturité BIM des acteurs permet d'identifier les possibles points de divergences entre les membres du projet et de définir éventuellement des actions de mise à niveau ou d'adaptation du processus BIM envisagé pour le projet.

Il est possible de mettre en œuvre son propre système de définition de la maturité ou d'utiliser un système existant ou en cours d'élaboration :

- BIMmétrics ;
- The VDC Scorecard ;
- BIM Maturity Measure ;
- Interactive Capability Maturity Matrix ;
- BIM Cloud Score ;
- Les projets européens BIM4VET, BIMEET, BIMplement sur l'identification des compétences pour des formations adaptées ;
- Travaux en cours de buildingSMART International autour de la certification individuelle.

Les systèmes d'évaluation – aussi sophistiqués et efficaces soient-ils – ne remplaceront jamais les relations humaines accolées à une expertise métier basée sur l'expérience opérationnelle.

L'alignement des contributeurs BIM – et plus particulièrement de l'équipe de BIM management – sur un niveau de maturité BIM homogène et adapté au projet est un facteur clé de succès du bon déroulement du processus BIM sur l'opération.
L'hétérogénéité du niveau de maturité des acteurs, ou pire la mauvaise identification de leur niveau réel, est un facteur important d'émergence de problèmes et de frustrations liés au BIM.

Mesures d'adaptation et de mise à niveau

Dans l'hypothèse où le niveau de maturité n'est pas en adéquation avec les objectifs du projet, le BIM management doit

faire état de la situation au client. En complément, il pourra définir des mesures d'adaptation et de mise à niveau, par :

- En proposant des formations ;
- La reprise du rôle de modélisation par un autre contributeur (avec un impact sur le planning du contributeur) ;
- Une demande complémentaire d'équipement informatique (matériel et/ou logiciel) ;
- La réduction du niveau d'exigence des objectifs BIM du projet.

Le BIM management n'a pas vocation à mettre en œuvre telles ou telles formations ou missions d'accompagnement. Cependant, il doit prévoir, dans la convention BIM, les modalités selon lesquelles un contributeur peut ou doit engager des mesures d'adaptation et de mise à niveau, pour répondre aux usages BIM retenus dans la convention BIM.
Le BIM management vérifiera de la bonne application des mesures prescrites, si celles-ci ont fait l'objet d'une demande approuvée de mise en œuvre.

Focus : BIM management

Missions

L'équipe de BIM management assure en conformité avec la direction de projet :

- La gestion de l'échange de l'information ;
- La présentation de l'équipe de BIM management (ppt, réunion de lancement, livret d'accueil…) ;
- La traduction des objectifs BIM du projet en cas d'usages BIM et leur application au projet (cf. les objectifs BIM, page 18 et les usages BIM page 20) ;
- La valorisation (modalités de réalisation, processus…) des cas d'usage par les contributeurs BIM ;
- L'élaboration de la convention BIM et son suivi ;
- Le contrôle du respect de la réalisation des cas d'usages (cf. les contrôles BIM, page 30) ;
- La supervision de la construction virtuelle des modèles et leur coordination ;
- La gestion de la coordination des données entre les différents intervenants ;
- La définition des standards BIM commun au projet dans la limite des spécificités métiers des acteurs ;
- La vérification et le respect des procédures et standards ;
- L'aide au choix et la mise en place de formations aux plateformes de partage ;
- La mise en place de la codification des fichiers échangés via la plateforme de partage ;
- La définition et le maintien des choix de logiciels pour chaque partie prenante ;
- La facilitation de l'interopérabilité entre les différentes applications utilisées ;
- L'accompagnement des différents acteurs.

Les membres et la direction de l'équipe de BIM management pourront être amenés à évoluer notamment lors du passage vers des phases charnières :

- De la programmation à la conception ;
- De la conception à la réalisation ;
- De la réalisation à l'exploitation ;
- De l'exploitation à la déconstruction.

La convention BIM définit la répartition des tâches des membres de l'équipe BIM management.

Le BIM management **contrôle la qualité de la maquette numérique,** en fonction des prescriptions établies dans la convention BIM, a minima aux points d'étapes clés du cycle de livrables de l'ouvrage.
Le BIM management ne contrôle pas la conformité de la conception aux exigences du projet. Par contre si un usage BIM de contrôle des exigences a été retenu, le BIM management est garant de la bonne exécution de cet usage. Il est responsable de la définition du processus, de la spécification des informations modélisées nécessaires et suffisantes au contrôle de ces exigences ainsi que des modalités et de la qualité des échanges pour la bonne exécution du processus BIM.

Limites de prestation du BIM management

La mission du BIM management s'exerce dans les limites des prestations suivantes :

- La bonne application des usages BIM ;
- La structuration des données (nomenclatures, codification, formats, présences…) ;
- La structuration des modèles ;
- Le respect des protocoles BIM ;
- La traçabilité des échanges ;
- Etc.

Le BIM management n'assure aucune mission de conception, de synthèse ou de réalisation directe ou indirecte.
L'entité en charge du BIM management peut cependant contractualiser d'autres missions dans le cadre du projet, économiste, entreprise générale, etc.
Par exemple, il lui appartient de garantir la bonne exécution des usages BIM mis en œuvre au profit du contributeur BIM en charge de la mission de synthèse, à l'exclusion de trouver les solutions techniques et organisationnelles liées à des conflits mis en évidence par la coordination des modèles d'informations.
Étant donné **qu'il n'intervient pas sur la production des maquettes**, le BIM management exerce sa mission sans qu'il ne puisse en aucune façon être tenu responsable d'une altération de quelque nature que ce soit de la donnée présente dans les maquettes numériques.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Les objectifs BIM

Définir les objectifs BIM

Pour chaque projet, il est primordial de définir une liste des principaux objectifs que le donneur d'ordres souhaite atteindre. **Sans objectifs clairs et définis, il sera difficile de garantir la qualité du processus BIM**.
La convention BIM est élaborée pour satisfaire aux exigences du projet. Elle doit être conforme au programme rendu obligatoire par le contrat du marché.
Les objectifs BIM peuvent être définis par le donneur d'ordre dans son cahier des charges BIM. La liste d'objectifs BIM peut être complétée par ceux de certaines parties intervenantes dans le projet.
Les objectifs BIM et leur niveau de priorité résultent de l'analyse des exigences, telles que décrites au marché et au programme de l'opération, faite par le BIM management avec la direction de projet,
En l'absence d'objectifs BIM du donneur d'ordres, le BIM management devra définir avec celui-ci quels sont ses attentes et ses besoins qui peuvent être facilités et/ou optimisés grâce au BIM (visite virtuelle, maîtrise du planning, estimation des coûts, exploitation/maintenance, etc.).

L'émergence des objectifs BIM est la tâche la plus délicate du BIM management lorsqu'ils ne sont pas déjà exprimés dans la description générale du projet, charte BIM ou Cahier des charges BIM. Le BIM management se doit d'être expert sur les dernières évolutions du BIM. Cette expertise servira à mettre en application des théories, des standards, des outils, des solutions et des méthodes.

Le BIM management proposera une liste d'objectifs BIM en se posant, par exemple, les questions suivantes :

Qu'attendez-vous du BIM pour ce projet ?
- Un projet exemplaire ;
- Anticiper la réglementation ;
- Communiquer, visualiser facilement le projet (3D, immersion 3D) ;
- Réduire les erreurs de conception (et donc les travaux supplémentaires) ;
- Réduire les erreurs de réalisation (et donc la non-qualité) ;
- Mieux maîtriser le planning ;
- Mieux maîtriser le coût de construction ;
- Mieux maîtriser la co-activité ;
- Une aide aux règlements des différends ;
- Améliorer la conception ;
- Optimiser la construction ;
- Anticiper l'exploitation ;
- Etc.

Dans les modèles que vous souhaitez développer, quelles informations voulez-vous y trouver ?
- En conception :
  – Données techniques de base ;
  – Données liées aux performances (structurelles, thermiques, environnementales, énergétiques…) ;
  – Etc.
- En exécution :
  – Données des produits (matériaux et matériels) utilisés ;
  – Données liées à l'avancement du chantier ;
  – Etc.
- En exploitation :
  – Données techniques des systèmes ;
  – Données d'inventaire ;
  – Quantités clés ;
  – Données d'entretien ;
  – Etc.
- Cycle de vie
  – Métrés des différents matériaux à déconstruire ;
  – Etc.

Comment voulez-vous être associé aux objectifs BIM du projet ?
- Simple observateur ;
- Lecteur ;
- Contrôleur ;
- Contributeur ;
- Etc.

Voici quelques objectifs des projets de construction devraient se trouver facilités par l'adoption d'une démarche BIM :

- Assurer la traçabilité des décisions et interventions (qui ? quoi ? quand ? pourquoi ?) ;
- Maîtriser les risques ;
- Améliorer la qualité de la conception ;
- Documenter plus précisément le projet « Tel que construit » pour le gestionnaire/exploitant ;
- Améliorer la performance en termes de durabilité/qualité environnementale ;
- Estimer plus rapidement les impacts engendrés par les changements de conception (coûts, délais, performances…) ;
- Améliorer la productivité dans la phase de chantier ;
- Réduire les coûts d'exploitation ;
- Réduire les besoins énergétiques en exploitation ;
- Limiter les ressaisies d'information tout le long du cycle de vie de l'ouvrage ;
- Limiter les erreurs dans les pièces descriptives du projet (graphiques, textuelles, quantités etc.) ;
- Gérer les processus d'archivage et de mémorisation.

Le BIM management sera ensuite chargé de mettre ces objectifs en lien avec des usages BIM afin de concevoir les processus d'exécution BIM.

Hiérarchiser les objectifs BIM

La hiérarchisation ou priorisation des objectifs BIM est une tâche dont le BIM management doit s'acquitter en coordination avec la direction du projet et le donneur d'ordres.

Les objectifs BIM doivent être triés selon deux modes :

- **Priorité** de réalisation de l'objectif BIM. Les niveaux de priorité sont relatifs aux niveaux d'exigences requis par le donneur d'ordres.
- **Phase de projet concernée** par la réalisation de l'objectif BIM.

Le BIM management pourra définir quels sont les usages BIM en lien avec les objectifs.

Ce niveau d'exigence pourra, par exemple, s'exprimer sous la forme suivante : Pour la phase APS et dans une échelle de 1 à 3, dans quelle mesure la maquette numérique et les processus BIM mis en œuvre doivent-ils répondre des objectifs BIM.

Objectifs BIM	Priorité (1 à 3)	ESQ	APS	APD	PRO	DCE	EXE	EXPL	DEM	Usages BIM liés (Cf. 12.2, page)
Performance de conception	1			✘	✘	✘	✘			03, 05, 07, 06, 11, 20
Performance énergétique	1				✘	✘	✘	✘	✘	08, 15
Maîtrise des coûts	1			✘	✘	✘	✘	✘	✘	09, 10, 12
Aide à la décision	1			✘	✘	✘				10
Support de communication	2			✘	✘	✘	✘			04, 07
Maintenabilité de l'ouvrage	2						✘	✘	✘	15, 17, 20

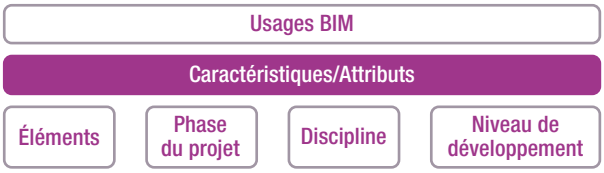
Hiérarchisation des objectifs BIM (exemple)

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Les usages BIM

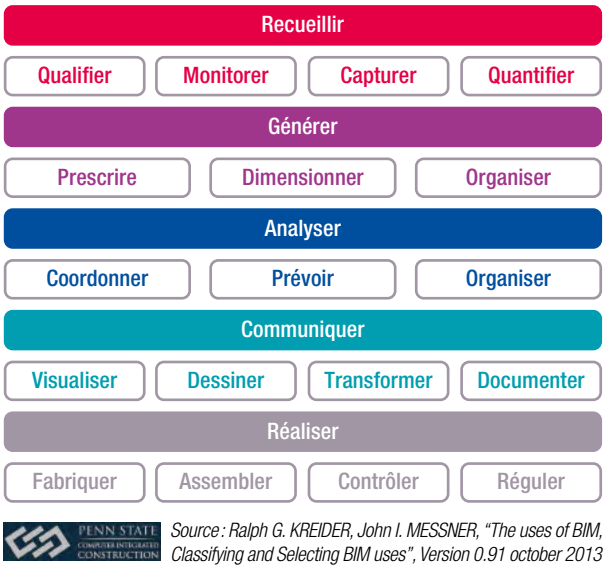
Généralités

Pour favoriser une meilleure communication au sein de l'Industrie de la construction, il est important de définir un langage cohérent pour décrire l'utilisation ciblée du BIM dans un projet. **Un usage BIM peut être défini comme « une méthode d'application du BIM au cours du cycle de vie d'un ouvrage pour atteindre un ou plusieurs objectifs spécifiques »**.
Plusieurs caractéristiques peuvent être déterminées pour spécifier un usage BIM. Ces buts et caractéristiques peuvent être définis à des niveaux variables en fonction du niveau de précision requis pour les différentes applications des usages BIM.
Les caractéristiques attributaires se déclinent selon le tableau ci-après.



Les caractéristiques attributaires des usages BIM

Le but de l'usage BIM indique l'objectif principal de l'implémentation de l'usage BIM. Les buts d'usage BIM se divisent en 5 catégories principales – **recueillir, générer, analyser, communiquer et réaliser** – qui se déclinent elles-mêmes en **18 sous-catégories** qui précisent le but de l'usage BIM (cf. tableau ci-dessous).



Les 5 buts/objectifs des usages BIM et leurs cas d'usage respectifs

La liste des usages BIM retenus est mise à jour pour chacune des phases de programmation, de conception, de construction et d'exploitation/maintenance. On peut consolider cette liste dans un tableau qui indique la répartition et l'étendue dans le temps du projet des usages BIM retenus. Un usage BIM peut porter sur tout ou partie des phases du projet.
Les usages BIM « génériques » ont pour visée de couvrir une ou plusieurs phases. Néanmoins, les usages BIM choisis et mis en œuvre dans le projet (sous la forme de ce que l'on a appelé des « processus projet ») le seront sur des temporalités propres au projet. Les temporalités des usages peuvent être explicitées dans la convention BIM, sous la forme d'une chronologie ou d'un tableau permettant de visualiser les répartitions et les durées des usages BIM par phases du projet.

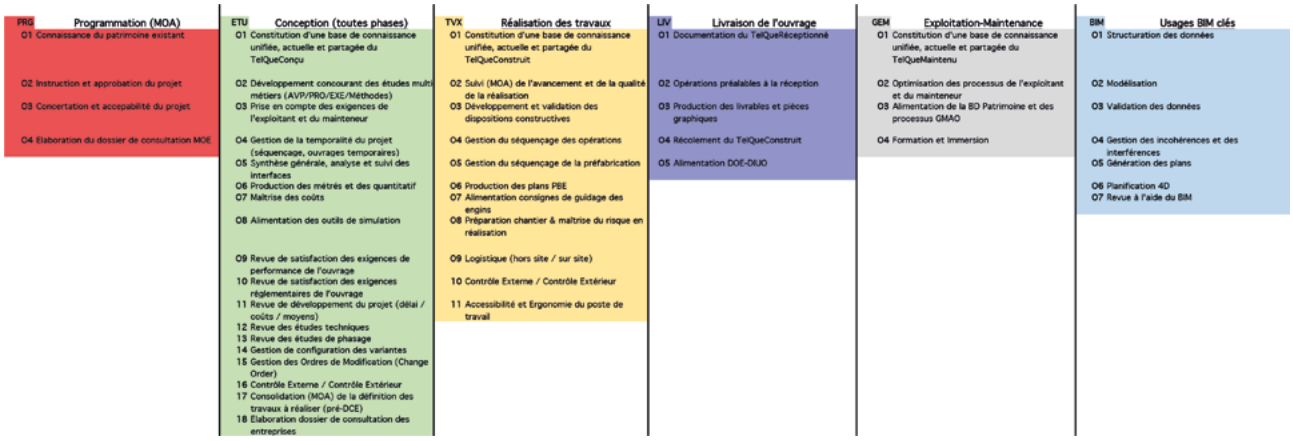
Programmation	Conception	Construction	Exploitation/Maintenance
Modélisation des données existantes			
Analyse des couts (Extraction des quantités, 5D)			
Planification 4D			
Programme			
Analyse du site			
	Revue de conception		
	Consolidation de la maquette numérique		
	Modélisation de la conception	Modélisation de réalisation	
	Modélisation des composants		
	Analyse énergétique d'exploitation		
	Modélisation analytique (structure, lumière, énergie…)		
	Performance environnementale (LEED, BREAM, HQE…)		
	Analyse d'éclairement		
	Production des livrables 2D		
	Classification (Codification)		
	Coordination 3D		
	Planification de chantier		
	Conception de systèmes de construction (Méthodes)		
	Préfabrication		
		Planification et contrôle 3D (géolocalisation opérationnelle)	
		Plateforme de gestion et de suivi sur site	
			Plan prévisionnel de maintenance
Cas d'usages primaires			Analyse systémique du bâtiment
Cas d'usage secondaires			Gestion des actifs
			Gestion des espaces et occupation
			Plan d'urgence et de sécurité

Tableau chronologique des usages BIM

Cette approche chronologique peut être complétée par une approche métier qui a été développée par MINnD. Les usages BIM sont sous-jacents aux objectifs métiers répartis sur le cycle de vie de l'ouvrage. Les usages BIM transverses sont identifiés en tant que tel.

Un **objectif métier** est un processus décrivant une activité de management d'un projet (production des métrés et des quantitatifs, revue de satisfaction des exigences de performance de l'ouvrage, suivi de l'avancement du chantier, synthèse…). C'est un processus traditionnel d'un projet de construction, dont la portée est compréhensible par la direction de projet.

Un **usage BIM** est un processus élémentaire utilisant des technologies numériques (modélisation 3D, étude variantes et gestion des configurations, planification 4D, contrôles automatiques pour suivi avancement…). C'est un processus réalisé par les contributeurs au processus BIM, sous le contrôle de l'équipe de BIM management.

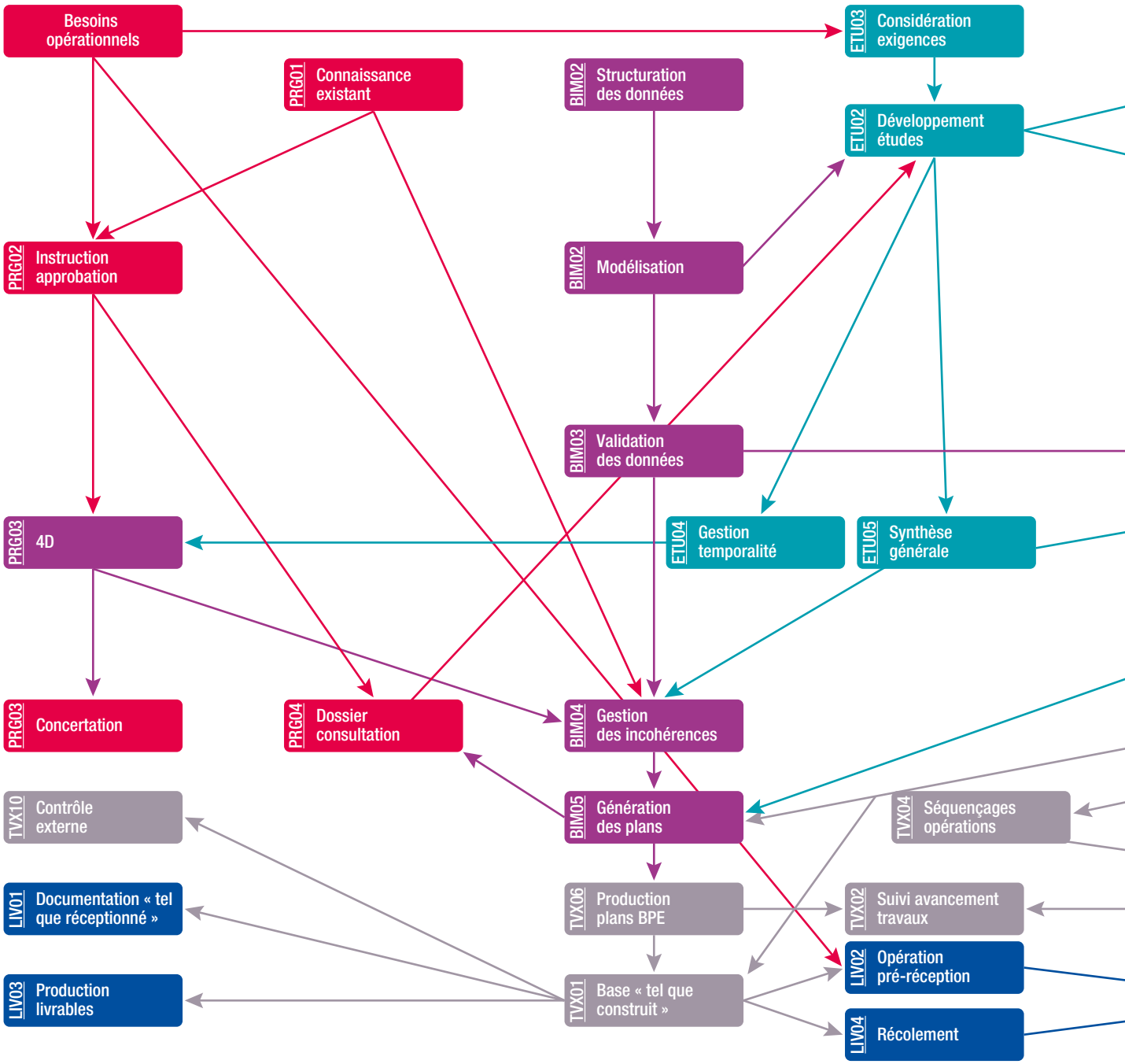


Liste des objectifs et des usages BIM (MINnD en cours de développement)

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Les usages BIM devront avoir pour objet de répondre aux objectifs BIM. Chaque objectif métier devra être nourri par autant d'usages BIM que nécessaire.
Dans le cadre de l'élaboration d'une convention BIM, il convient d'établir la liste définitive des usages BIM.
Il appartient au BIM management d'élaborer d'autres usages BIM si nécessaire ou d'adapter les usages BIM proposés par ce guide, selon les objectifs BIM du projet et en fonction des parties contributrices.

La liste des usages BIM que nous vous proposons ne revêt aucun caractère obligatoire ni exhaustif d'autant plus qu'elle se veut évolutive. En effet, elle fera partie prochainement d'un site internet contributif où chacun pourra venir proposer des cas d'usages qui doivent refléter tout le cycle de vie d'un ouvrage.

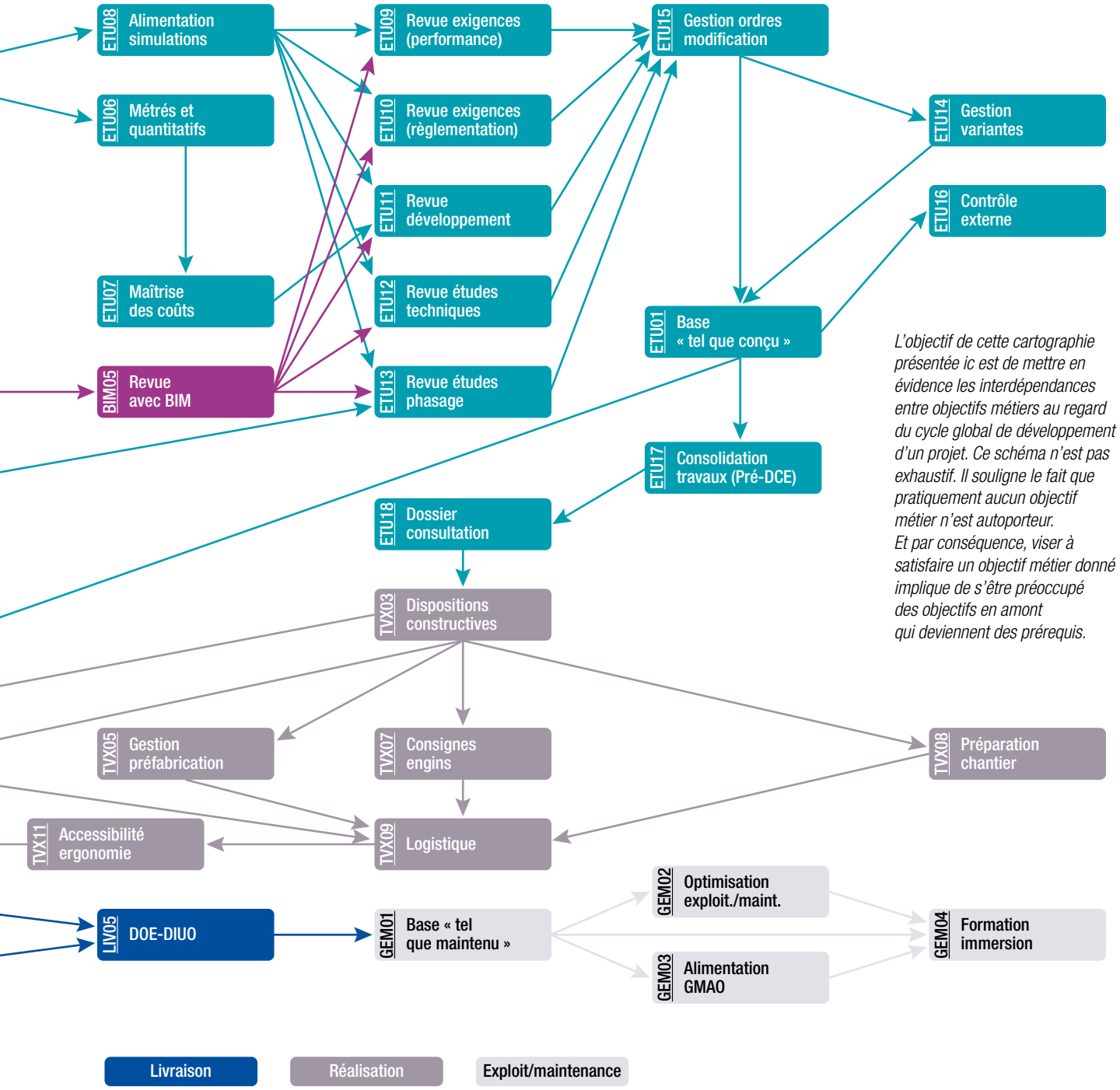


Objectifs métiers et Usages BIM du projet (MINnD en cours de développement)

Programmation | Exploit/maintenance | Conception

Les usages BIM proposés par buildingSMART France sont volontairement génériques. Vous êtes invités à vous les approprier, à en ajouter et à les rédiger en fonction des spécificités de votre projet ou de vos métiers.
Pour précision supplémentaire, on peut considérer que la soumission des plans d'exécution par les entreprises, par exemple, résulte de l'exécution de plusieurs usages BIM :

- Production de livrables ;
- Gestion de conflits à partir de maquettes numériques (synthèse géométrique et technique) ;
- Organisation et coordination tous corps d'état pour l'exécution ;
- Contrôle de conformité aux exigences réglementaires à partir de la maquette numérique.



L'objectif de cette cartographie présentée ic est de mettre en évidence les interdépendances entre objectifs métiers au regard du cycle global de développement d'un projet. Ce schéma n'est pas exhaustif. Il souligne le fait que pratiquement aucun objectif métier n'est autoporteur.
Et par conséquence, viser à satisfaire un objectif métier donné implique de s'être préoccupé des objectifs en amont qui deviennent des prérequis.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Les usages BIM sont définis selon des caractéristiques qui permettent à un utilisateur de spécifier l'usage de la maquette numérique dans le contexte du projet comme indiqué dans le Tableau ci-après. Un même usage BIM peut donc être reconduit de phase en phase.
On constate également qu'un usage BIM peut être décliner en plusieurs cas d'usage BIM selon la phase, les contributeurs…

Caractéristiques	Description
Elément	Le système de composants de l'ouvrage sur lequel l'usage BIM sera mis en œuvre.
Phase du projet	L'espace temporel dans le cycle de vie de l'ouvrage où l'usage BIM sera mis en œuvre.
Discipline	La ou les parties contributrices par laquelle l'usage BIM sera mis en œuvre.
Niveau de développement	Les niveaux de détail, d'information et de documentation (et autres, si besoin) des éléments du modèle pour l'usage BIM.

Caractéristiques d'un usage BIM

Au-delà de ses caractéristiques générales, chaque usage BIM est décrit de façon opérationnelle, nommé "cas d'usage BIM" qui doit être défini selon une liste de propriétés attributaires détaillées dans le tableau ci-dessous.

Attributs	Descriptif
Codification/ Identifiant	Système d'identification des usages BIM
Titre	Un mot ou une expression utilisé pour décrire une chose ou pour exprimer un concept
Objectif métier	Le but ou l'objectif poursuivi avec la mise en œuvre d'un ou plusieurs usages ou cas d'usages BIM
Usages BIM prédécesseurs/ successeurs	Liste des processus BIM se succèdent ou se précèdent les uns aux autres selon l'enchainement des objectifs métier, voir figure ci-dessus : Objectifs métiers et usages BIM du projet (MINnD).
Cas d'usages BIM	Liste des processus BIM unitaires qui composent un ou plusieurs objectifs ou usages BIM.
Compétences requises	Les connaissances, savoirs et savoir-faire qui seront nécessaires à la réalisation du processus
Synonymes	Un mot ou une expression qui signifie presque la même chose que le terme standardisé d'usage BIM. Il a pu avoir la même signification mais a été depuis remplacé.
Description	Une explication de l'usage BIM comprenant tous les aspects, qualités et propriétés pertinents
Valeurs attendues	Les résultats attendus du processus
Contributeurs	Les acteurs impliqués dans le processus, ainsi que leur niveau de contribution (de haute à basse)
Données échangées	Les données nécessaires à la réalisation du processus (les « données d'entrée ») et les données produites au cours du processus (les « données de sortie »), et optionnellement les données échangées au cours du processus.
Infrastructures et logiciels	Outils logiciels et matériels nécessaires à la réalisation du processus
Synoptique	Une description du processus au format BPMN (Business process model and notation). Modèle standardisé des processus métiers et de notations graphiques pour modéliser le savoir-faire d'une organisation à travers l'approche processus.

Attributs d'un usage BIM

Un usage BIM peut être défini comme « une méthode d'application du BIM au cours du cycle de vie de l'ouvrage pour atteindre un ou plusieurs objectifs spécifiques ». Un usage BIM est une expression des objectifs à atteindre via un processus appliqué à la maquette numérique. Les cas d'usage BIM déclinent l'usage BIM selon le projet, les contributeurs et la convention BIM.
Exemple : l'extraction des valeurs significatives est un usage BIM qui peut se décliner en autant de cas d'usage BIM qu'il y a de métiers destinataires des valeurs significatives extraites.

Cas d'usage BIM

Un cas d'usage BIM est une explicitation de processus unitaire intégrant des pratiques BIM, tel qu'il sera mis en œuvre sur un projet. Cela permet de décrire factuellement les usages voulus des maquettes numériques, les interactions des différents acteurs avec cette base de données, pour des actions métiers précises. Un usage BIM est décomposé en plusieurs cas d'usage BIM comme autant d'actions et/ou de sous-processus assemblés les uns aux autres de façon à être réalisés dans le cadre d'un ou plusieurs usages BIM selon les objectifs métiers visés.
Les cas d'usage BIM utilisent des technologies numériques selon un processus décrivant une activité de management d'un projet. La définition des cas d'usage BIM permet de décrire précisément les processus numériques attendus, les interactions et interventions des différents acteurs, pour des activités des métiers de la construction couvrant l'ensemble du cycle de vie du projet.
Les usages BIM peuvent être déclinés en autant de cas d'usage qu'il y a de phase, de type de projet, de contributeurs, etc.
Exemple d'organisation des usages BIM :

- Recueillir
  - Modélisation de l'existant
  - Faisabilité du site
  - Codification générale des composants
- Générer
  - Modélisation 4D
  - Modélisation 5D
  - Programmation
  - Modélisation des informations
- Analyser
  - Revue de maquette
  - Études d'ingénierie
  - Durabilité
  - Coordination 3D
- Communiquer
  - Production des livrables
- Réaliser
  - Préfabrication
  - Sécurité de chantier
  - Suivi de chantier
  - Consolidation de la maquette numérique

Consolider les usages BIM

Pour évaluer la mesure dans laquelle chaque contributeur peut (ou doit) intervenir sur la maquette numérique du projet dans le contexte des usages BIM, et évaluer l'atteinte (ou non) des objectifs BIM liés, on peut utiliser les indicateurs suivants :

La **valeur BIM projet** indique la valeur ajoutée de la maquette numérique à l'objectif BIM. Cette valeur est proposée par la maîtrise d'ouvrage aux contributeurs. C'est « la valeur BIM cible » qui, si elle est atteinte, répondra aux cahier des charges BIM.

- **Haute**. La maquette numérique du projet contribue entièrement à l'objectif BIM du projet.
- **Moyenne**. La maquette numérique du projet contribue partiellement à l'objectif BIM du projet.
- **Basse**. La maquette numérique du projet ne contribue que très partiellement à l'objectif BIM du projet.
- **Nulle**. La maquette numérique du projet ne contribue pas à l'objectif BIM du projet.

La **valeur BIM contributeur** indique la valeur ajoutée du contributeur à la maquette numérique. Le niveau de contribution peut remettre en cause la Valeur BIM Projet.

- **Haute**. Le contributeur est l'auteur principal des données de la maquette numérique du projet qui contribuent à atteindre l'objectif BIM.
- **Moyenne**. Le Contributeur participe à l'élaboration des données de la maquette numérique du projet qui contribuent à atteindre l'objectif BIM.
- **Basse**. Le Contributeur peut participer à l'élaboration des données de la maquette numérique du projet qui contribuent à atteindre l'objectif BIM.

L'objectif BIM indique si l'usage BIM est retenu et/ou traité différemment selon les niveaux de priorité de réalisation de l'objectif BIM, les phases et les contributeurs.

- **Oui**. L'objectif BIM est retenu par les Contributeurs selon leurs valeurs respectives.
- **Non**. L'objectif BIM ne peut pas être retenu par les Contributeurs selon leurs valeurs respectives.
- **Partiel**. L'un au moins des Contributeurs ne peut pas apporter la valeur nécessaire et suffisante à la maquette numérique pour atteindre l'Objectif BIM Projet.

Usage BIM/Processus projet	**Valeur BIM projet** (haute, moyenne, basse, nulle)	**Contributeurs**	**Valeur BIM contributeurs** (haute, moyenne, basse)	**Objectifs BIM** (oui, non, partiel)
Études analytiques/processus d'analyse Étude thermique en maquette numérique	Haute	Architecture	Moyenne	Objectif : améliorer la performance en termes de durabilité/qualité environnementale Oui
		Structure	Moyenne	
		Lots techniques	Haute	
		Acoustique	Basse	
		Façade	Haute	
Revue de conception/revues des modèles pour la consolidation de la maquette numérique	Haute	Architecture	Haute	Objectif : améliorer la qualité de la conception Oui
		Structure	Moyenne	
		Lots techniques	Moyenne	
		Acoustique	Haute	
		Façade	Haute	
Planification 5D Utilisation de la maquette pour l'économie du projet dès les premières phases de la conception	Haute	Architecture	Moyenne	Objectif : estimer plus rapidement les coûts engendrés par les changements de conception Partiel
		Économie	Basse	

Tableau de valorisation des usages BIM (exemple)

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Les IDM

Généralités

Pour travailler de façon collaborative avec tous les intervenants d'un projet autour de maquettes numériques, il faut **déterminer à chaque phase et à chaque échange, quelles sont les informations nécessaires pour un cas d'usage identifié** (visualisation, détection de conflits (clash), pièces écrites pour DCE, livrable pour DOE…).
Cette définition des besoins donnera lieu à une sélection de données, et à la vérification des données contenues dans une maquette numérique filtrée.
Déterminer les données nécessaires à l'exécution d'une tâche par un acteur requiert l'utilisation d'une méthode qui permet d'en assurer l'exhaustivité, mais également d'identifier les acteurs impliqués dans leur production. Les IDM répondent à ce besoin.

Définition d'un IDM

Les *« Information delivery manual »* (IDM) sont une méthode normée, développée par buildingSMART International, permettant de spécifier précisément les processus et les informations échangées entre les acteurs, à chaque étape d'un projet sur l'ensemble du cycle de vie d'un ouvrage.
Cette méthodologie permet de documenter tout type de processus – qu'il soit nouveau ou existant – et de décrire le type, le format et le contenu des informations que les intervenants doivent s'échanger pour y parvenir.

Les IDM sont définis par la norme ISO 29481-1 :2010 *« Building information modelling – Information delivery manual – Part 1 : Methodology and format »* révisé par l'ISO 29481-1 :2016 *« Building information models – Information delivery manual – Part 1 : Methodology and format »* et ISO 29481- 2 *« Modèles des informations de la construction – Protocole d'échange d'informations – Partie 2 : Cadre d'interaction »*

Pour plus d'informations sur les IDM, vous pouvez vous référer aux documents accessibles sur le site de buildingSMART International : http://iug.buildingSMART.org/idms.
En d'autres termes, l'objectif principal d'un IDM est **d'assurer que les données nécessaires sont bien transmises d'un acteur à un autre**, afin de permettre l'exécution des tâches successives pour parvenir à l'exécution d'un processus défini.
Le développement d'un IDM se base sur les informations suivantes :

- Le cas d'usage traité ;
- Les acteurs et les rôles impliqués ;
- L'environnement informatique ;
- Les conditions contractuelles.

Contenu d'un IDM

Un IDM est constitué des éléments suivants :

- un schéma de processus ;
- la liste des acteurs impliqués dans l'exécution de l'ensemble des tâches du processus ;
- les exigences d'échanges d'informations ;
- un *« Model view definition »* (MVD) qui détermine les informations requises lors de l'échange (cf. détails paragraphe suivant).

Le schéma de processus d'un IDM est une représentation graphique selon la méthode *« Business process model and notation »* (BPMN). Celle-ci permet **d'identifier les tâches réalisées par chacun des intervenants ainsi que les échanges d'informations associés**. Le schéma de processus d'un IDM se concentre sur les **interactions entre les acteurs et ne traite pas les processus internes de chacun d'eux**.
Les exigences d'échanges définissent l'ensemble des informations pertinentes et nécessaires qui sont transmises entre chacun des intervenants, à chaque étape du processus.

De l'IDM au MVD

Le schéma IFC est un modèle conceptuel de données orienté objet, qui se présente sous la forme d'un ensemble de classes d'objets et de relations. À titre d'échelle, la version 4 addendum 2 des IFC contient 776 entités. Mais l'ensemble des objets et des relations qu'il est possible de décrire à l'aide d'un IFC n'est pas toujours utile pour répondre à un cas d'usage défini.

Nous avons vu qu'un IDM permet d'identifier les informations utiles à un cas d'usage. Mis en relation avec les objets et les relations existants dans un modèle de donnée IFC, **un IDM permet de définir une vue spécifique**. **Ce sous-ensemble du modèle IFC est appelé *« Model view definition »*** (MVD). Il contient seulement les informations utiles et nécessaires.

Un MVD peut être créé à l'aide d'outils informatiques spécifiques tels que ifcDoc, sur la base des exigences d'un IDM. Le contenu d'un MVD peut-être enregistré et échangé dans un format spécifique mvdXML.

Pour aller plus loin :

- Ressources bSI : http://iug.buildingSMART.org/idms
- BIPS – IDM method guide – march 2014 : https://bips.dk/system/files/redir2prvfs/tools/idm_method_guide.pdf
- ifcDoc : http://www.buildingSMART-tech.org/downloads/accompanying-tools/ifcdoc/application/ifcdoc-application-v11.9/at_download/file

Voici, pour exemple, deux documents sur les IDM et les MVD pour les pièces préfabriquées en béton.

- http://dcom.arch.gatech.edu/pcibim/documents/IDM_for_Precast.pdf
- http://dcom.arch.gatech.edu/pcibim/documents/Precast_MVDs_v2.1_Volume_I.pdf

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Le processus BIM

Généralités

Le contexte du BIM niveau 2 impose la mise en œuvre d'un ensemble de processus BIM dédiés à l'élaboration de la maquette numérique de l'ouvrage et aux échanges des modèles d'informations entre les contributeurs BIM.
Il convient de formaliser les processus BIM selon les points suivants :

- L'Environnement commun de données ou CDE (cf. chapitre page 33) ;
- La définition des modèles d'informations des processus BIM ;
- Les attributs de diffusion des modèles d'informations ;
- Les jalons de livraison de la maquette numérique ;
- Les contrôles qualité.

Dans le cadre de la convention BIM, le BIM management définira un Environnement commun de données (CDE) qui assurera les processus nécessaires à la collaboration des contributeurs BIM.

La sécurisation des échanges peut être assurée par l'utilisation de Réseau privé virtuel (VPN), système permettant de créer un lien direct sécurisé entre des ordinateurs distants.

Du simple serveur de stockage de fichiers aux plates-formes dites spécialisées BIM, il existe différents types d'environnements collaboratifs, plus ou moins sécurisés, qui proposent un éventail plus ou moins large de fonctionnalités :

- un serveur local ou FTP qui permet de transférer des fichiers par Internet ;
- le cloud qui est l'exploitation de la puissance de stockage et/ou de calcul de serveurs informatiques distants par Internet ;
- une plate-forme qui est un environnement permettant la gestion et/ou l'utilisation d'applications en ligne.

L'utilisation d'un environnement collaboratif ne garantit pas l'efficacité des échanges. Il est nécessaire d'y associer un processus de diffusion et ses règles afférentes.

Définition des modèles d'informations des processus BIM

La gestion des échanges de données est essentielle pour réussir la mise en œuvre du BIM. L'équipe de BIM management doit s'assurer de l'efficacité des échanges qui peuvent être effectués sous la forme :

- de modèles graphiques ;
- de fichiers Excel (par exemple) s'il s'agit d'échanges de données non graphiques extraites de la maquette ;
- de documents comme les évaluations, les rapports… ;
- etc.

L'équipe BIM a besoin de comprendre quelles données sont nécessaires pour réaliser tel ou tel usage BIM. C'est la raison pour laquelle il est important d'identifier ces données et leur origine pour l'élaboration du synoptique du processus, les échanges de données entre les contributeurs BIM.
Les échanges de données peuvent être portés par un conteneur au sens du BS1192-2 et la norme 19650-1. Un conteneur peut être un fichier ou un ensemble de fichiers destinés à l'exécution de l'usage BIM.
Il serait utile de réaliser un tableau d'échanges de données qui permette de lister les exigences, les besoins et les données de sorties de chaque contributeur en termes de gestion de données.
À noter qu'il est inutile d'inclure toutes les données mais plutôt celles qui sont strictement nécessaires à l'usage BIM.
Ce tableau met en évidence l'auteur, le destinataire, le responsable de chaque transmission de données et vérifie le contenu et la cohérence. En cas d'incohérence de données, une recherche technique ou méthodologique devra être effectuée.
Un format d'échange de données non-graphiques, qui répond à la demande du donneur d'ordre, est particulièrement important pour créer un lien structuré en vue de l'exploitation et de la maintenance de l'ouvrage. Ces échanges des données qui s'adresse au donneur d'ordre peuvent être considérés comme un livrable.

Attributs de diffusion des modèles d'informations

Dans l'Environnement commun de données (conformément aux recommandations décrites au chapitre page 33), le workflow appliqué sur les modèles lors de leur diffusion, pour le passage d'un espace à l'autre, est assuré par l'application d'un statut.

En fonction des possibilités offertes par l'Environnement commun de données (CDE) ce statut pourra être donné soit :

- Dans les attributs du fichier ;
- Dans la convention de nommage du fichier.

Le BIM management peut mettre à disposition des statuts BIM en fonction des usages BIM. Les codes des statuts ne concernent ni numérotation de version, ni le niveau de détail, ni les phases. Si la convention nécessite des nouveaux codes de statuts personnalisés – dans le but d'éviter une confusion – il est conseillé de ne pas appliquer un code qui définit un statut déjà à l'échelle nationale ou internationale.

À titre d'exemple, voici une méthode de gestion des flux et statuts définis par le PAS BS 1192-2. Dans l'espace de « travail en cours », les modèles d'informations en cours d'élaboration ont un statut S0. Les modèles diffusés par les autres contributeurs et en lien avec les modèles S0 peuvent avoir un statut lié au partage et/ou de validation de la publication.

Dans l'espace de « partage », les modèles d'informations diffusés peuvent avoir les statuts suivants :

- S1 : Partager pour la coordination ;
- S2 : Partager pour l'information ;
- S3 : Partager pour la révision interne et de commentaires ;
- S4 : Partager à l'approbation de la construction ;
- S5 : Partager pour la fabrication ;
- S6 : Partager pour l'autorisation de la maquette DOE ;
- S7 : Partager pour l'autorisation de la maquette d'exploitation.

Exemple de statuts BIM, à titre indicatif :

- PSU : Publié pour les surfaces utiles ;
- PCT : Publié pour le calcul thermique.

Dans l'espace de « publication », les modèles d'informations peuvent avoir les statuts de publication suivants :

- D1 : Publié pour estimation du coût ;
- D2 : Publié pour consultation des entreprises ;
- D3 : Publié pour EXE consolidé ;
- D5 : Publié pour la fabrication/approvisionnement ;
- AM : Publier pour maintenance ;
- AC : Publié pour la construction ;
- AB : Publié pour « tel que construit » (DOE, livraison, document, pdf, COBie…).

Dans l'espace de « publication » les documents/livrables traditionnels comportent les statuts de validation en vigueur :

- NC : Non concerné ;
- VSO : Visa sans observation ;
- VAO : Visa avec observation ;
- VAOB : Visa avec observation bloquante (refus) ;
- BPE : Bon pour exécution.

Vous trouverez en annexe un exemple de flux d'informations conforme au PAS BS 1192-2 dans un CDE.

Jalons BIM

Les jalons BIM sanctionnent les différentes étapes de l'élaboration de la maquette numérique de l'ouvrage. Un jalon principal correspond à une phase du contrat de projet : APD, PC, DCE… Un jalon principal peut être associé à la validation d'une phase, symbolisée par dans la figure ci-après.

Selon les modalités du BIM niveau 2, les étapes intermédiaires de la modélisation des informations pendant une phase peuvent constituer les jalons secondaires pendant la conception ou la réalisation. Les jalons secondaires sont reliés entre eux par les processus BIM, symbolisés par dans la figure ci-après.

Le dossier de PC ou une situation de travaux peuvent constituer un jalon BIM principal intermédiaire symbolisée par dans la figure ci-après.

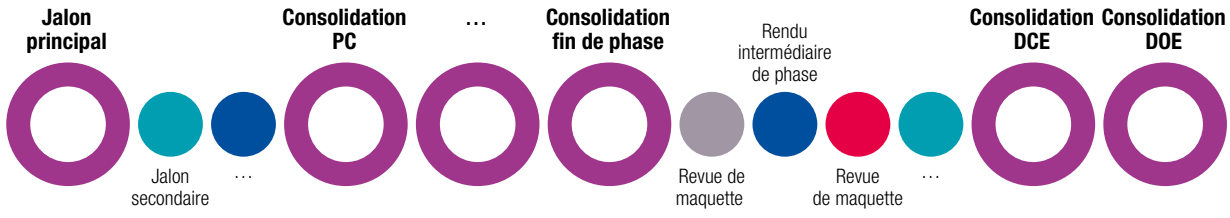


Illustration des jalons BIM (exemple)

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

L'équipe de BIM management analyse le planning imposé et vérifie les temps nécessaires pour un bon déroulement de la démarche BIM pour chaque phase. Son attention doit se porter sur les points suivants :

- Intégrer les jalons de production des modèles et de remise de modèles pour chaque usage BIM ;
- Prendre en compte les temps d'analyse des modèles et rapports, et de préparation des revues de projet, avec ou sans présence du client selon le type de contrat ;
- Intégrer un temps de mise en forme et sortie des livrables à partir des modèles numériques ;
- Prévoir un temps d'intégration des informations au fur et à mesure avec les contributeurs et à chaque phase ;
- Avertir la direction de projet des difficultés ou points de blocage identifiés.

Jalons	Contributeur	1re publication (Fréquence)
Modèle de référence	Architecte	13/10/2015 (mise à jour selon conception)
Modèle de conception	Architecte	19/10/2015 (publication bihebdomadaire)
Modèle de conception	BE Structure 1	19/10/2015 (publication bihebdomadaire)
Modèle de conception	BE structure 2	19/10/2015 (publication bihebdomadaire)
Modèle de conception	BE Fluides	23/10/2015 – Locaux techniques TCE : SS concessionnaires et R+7 – Verticalités CVC et PLB 30/10/2015 – Mise à jour publication du 23/10/2015 selon vues de coordination – Niveau courant TCE 06/11/2015 – Mise à jour de la publication du 30/10/2015 selon vues de coordination – Niveaux atypiques TCE : RDC bas/RDC haut/R+1/ R+6 13/11/2015, 27/11/2015, 11/12/2015, 08/01/2016, 22/01/2016 – Mise à jour de la publication précédente selon vues de coordination
Modèles de présynthèse	BIM management	30/10/2015 (publication selon vues de coordination) – Présynthèse technique selon vues de coordination 30/10/2015 (publication bimensuelle) – Présynthèse projet pour revue de maquette y compris clash détection
Maquette du projet	BIM management Tous les contributeurs	03/11/2015 (publication bimensuelle) – Revue de présynthèse – Consolidation y compris rapport de conflits, journal BIM…

Tableau de jalons BIM (exemple)

Contrôles qualité

Les réunions : types et fréquences

Le contrôle qualité est assuré par un suivi régulier de l'exécution des usages BIM. L'équipe BIM définit les différents types de réunions, leur fréquence, leur objet, leur contenu, l'organisateur, l'animateur, les intervenants, les documents traités et les documents de sortie de chaque réunion.
Il est recommandé de mettre en place les réunions suivantes.

• La réunion de démarrage

Elle vise à définir les principes de démarche BIM, les objectifs BIM, les usages BIM, les rôles et les responsabilités et l'ambition du projet proposé.

– Public concerné : tous les contributeurs (leur représentants experts BIM).
– Fréquence : une seule fois.

• La réunion de suivi de la convention BIM

Elle vise à suivre l'avancement de l'implémentation BIM. Cet atelier sert à sensibiliser les problèmes et trouver des solutions en collaboration, y compris la mise à jour du processus de BIM. Exemple : définition des modèles devant avoir été mis à disposition et leurs droits d'accès.

– Public concerné : l'équipe de BIM management et les producteurs et coordinateurs concernés.
– Fréquence : régulièrement.

• La réunion de revue d'interface

Elle vise à trouver une solution liée à la détection des conflits. Les supports de la réunion sont des modèles assemblés au préalable et autorisés à la publication par l'équipe de BIM management.

– Public concerné : le responsable de gestion des conflits, les contributeurs concernés.
– Fréquence : régulièrement.

• La réunion de validation des statuts BIM

Elle vise à examiner les modèles, les échanges des données et les déroulements des processus liés à l'usage BIM. Parallèlement à la variété des usages BIM et leurs contributeurs, il est possible de définir plusieurs types de réunion de validation, uniquement

avec les contributeurs concernés de chaque usage BIM.

– Public concerné : l'équipe de BIM management et les coordinateurs concernés.
– Fréquence : régulièrement.

- **Revue de la maquette de projet**

Elle vise à évaluer la performance BIM à des étapes clés du projet. Elle inclut l'amélioration de la collaboration actuelle et de la méthode de travail. Cette réunion a aussi pour vocation d'arbitrer les sujets impliquant un avis de la direction de projet.

– Public concerné : l'équipe de BIM management ; le maître d'ouvrage et le contrôleur technique peuvent participer aux réunions de revues de projet en amont en sachant que leurs avis seront formulés à partir des livrables ;
– Fréquence : à chaque étape clé du projet.

Les contrôles BIM

Dans le cadre d'une convention BIM, l'équipe de BIM management met en place un journal ou une check-list des contrôles. Elle devra déterminer qui réalise ou participe à l'exécution des tâches associées à ces différents contrôles.

La publication des modèles est dans le périmètre d'intervention des coordinateurs BIM. L'équipe de BIM management contrôle les informations du modèle qui, selon les éléments contractuels, peuvent être succinctes à complètes.

Selon les résultats (quantités, criticité…) l'équipe de BIM management pourra :

- Demander aux contributeurs de documenter les écarts ;
- Demander aux responsables du modèle d'émettre à nouveau le modèle, après corrections.

L'équipe de BIM management suit la modification, les mises à jour et publie les modèles après accord.

Contrôles	Définition	Responsable
Contrôle visuel	Vérifier la concordance du modèle avec le projet	BIM management
Contrôle géographique	Vérifier le positionnement géo-référencé du projet	Coordination BIM
Contrôle d'interférence	Détecter des incohérences physiques et logiques entre 2 éléments des modèles du projet	BIM management Coordination BIM Production BIM
Contrôle de niveau de détail et d'information	Vérifier que les attributs des objets respectent bien le niveau de développement convenu pour la phase considérée	BIM management
Contrôles des modèles	Vérifier l'adéquation des modèles géométriques, alphanumériques et analytiques vis-à-vis des objectifs définis dans les cas d'usages	Coordination BIM
Contrôle des standards graphiques	Vérifier les standards graphiques CAD	Coordination BIM
Contrôle des processus	Vérifier que des processus des cas d'usage sont suivis	BIM management
Contrôle des notes et observations	Vérifier les processus de prise en compte des notes	BIM management Coordination BIM
Contrôle des livrables	Vérifier la liste des livrables avec ceux attendus	Coordination BIM
Contrôle la qualification des codes et nomenclatures	Vérifier le respect des classifications retenues pour le projet ou par les Usages BIM.	Coordination BIM
Contrôle de l'environnement BIM	Vérifier le bon fonctionnement du serveur ou de la plateforme comme défini par la convention	BIM management

Contrôles BIM (exemple)

Gestion des livrables

Il convient dans la convention BIM d'identifier les types de livrables qui seront issus de la maquette, du ou des modèles des contributeurs BIM.

La publication d'un livrable sera associée – systématiquement et simultanément – à un dépôt de la maquette numérique, dont il est issu, sur la plate-forme d'hébergement, aux formats recommandés par la convention BIM.

La traçabilité entre le livrable BIM 2D et la maquette numérique source doit pouvoir être établie et historisée.

Là encore, comme noté dans le chapitre sur le CDE, la notion de conteneur est importante au moment du dépôt.

Les processus de validation, de publication des livrables (notamment les plans) seront cohérents avec le processus d'échange et de publication des modèles. Ils seront détaillés et décrits avec précision dans la convention BIM.

Tous les flux de fichiers (dépôt, téléchargement, publication, diffusion…) devront être tracés et datés par la plate-forme. Les auteurs de ces flux seront également identifiés.

Dans la convention BIM, l'équipe de BIM management établira la liste des livrables BIM attendus, par contributeur, et le ou les formats associés.

Il est entendu qu'il ne peut être obligatoire de produire tous les livrables contractuels depuis la maquette. Cependant, la liste établie par la convention BIM engage les contributeurs dans l'usage BIM de production des livrables.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Propriété liées aux productions de modèles et maquettes numériques

Différents ouvrages ou articles traitent de ce sujet tels que :

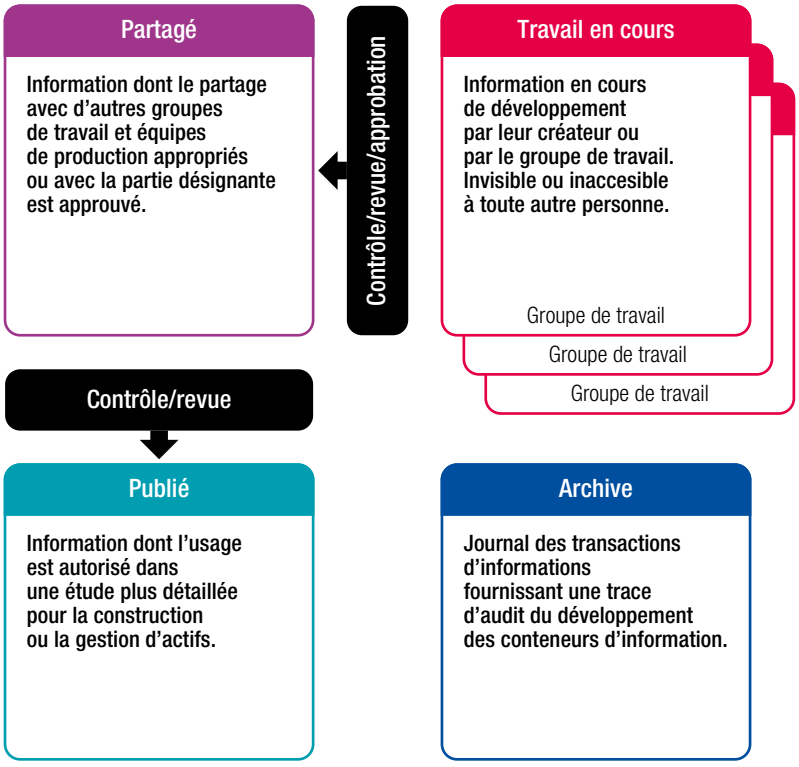
- Le rapport X.Pican, « Droit du numérique et bâtiment », commandé par le PTNB (http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Rapport_VF___droit_du_numerique_et_batiment.pdf), 2016 ;
- A.-M.Bellenger, A.Blandin, « Le BIM sous l'angle du droit », Eyrolles, 2017 ;

De manière générale, tous s'accordent à dire qu'il faut définir les règles de propriétés et de responsabilités dans les documents contractuels.
La convention BIM devra donc intégrer un chapitre précisant les responsabilités, les règles de transmission, livraisons et confidentialités associées aux maquettes produites et/ou échangées entre contributeurs.

L'environnement commun de données (CDE)

Généralités

Le processus BIM nécessite de mettre en place des procédures de partage des données. Du fait de la fréquence des échanges, qui interviennent dans un processus BIM collaboratif et de la quantité des données à échanger, **l'utilisation des emails ne suffit pas, ni en termes de capacité ni en termes de traçabilité**. C'est pour cela qu'il est nécessaire de mettre en place des solutions spécifiques de management de l'information de type « plate-forme », dites Environnement commun de données (CDE pour *Common Data Environment* en anglais), qui centralisent les données communes du projet et permettent à chacun des acteurs d'y accéder. **L'établissement d'un CDE est une étape obligatoire pour la mise en œuvre du BIM sur un projet**.



Concept d'un environnement commun de données (CDE)
(D'après le shéma Figure 15 – Extending the common data environment (CDE), BS1192-2-2013, © The British Standards Institution 2013, page 26)

Il y a deux aspects à prendre en compte :

- D'une part un **environnement de management de l'information pour la gestion des données et des documents**. Il peut s'agir d'un serveur de dépôt de fichiers de type drive ou Dropbox, d'une solution de Gestion électronique de document (GED), de solutions d'intégrations de données ou de combinaison de ces solutions. Cet aspect est nécessaire pour permettre la cohérence des informations et des fichiers et faciliter le partage et la collaboration.
- D'autre part un environnement de management de projet permettant la gestion des calendriers, des plannings, de l'attribution des tâches, des tableaux de bord, etc. Cet aspect est nécessaire pour permettre le bon déroulement du processus BIM, en cohérence avec le processus du projet.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Certaines solutions permettent de gérer les deux aspects de centralisation des données et de management de projet de manière plus ou moins complète. Les solutions couvrant les deux besoins ont l'avantage de permettre l'intégration et la continuité entre les données de l'ouvrage et du projet ainsi que de simplifier l'environnement de solutions du projet.
Le choix du CDE doit se faire en cohérence avec l'environnement de solutions des acteurs du projet et des fonctionnalités souhaitées. Il est notamment important de prendre en compte qu'il est possible que chaque acteur ait déjà mis en place une solution de plate-forme pour la conduite de ses projets.

L'utilisation d'une solution s'appuyant sur les technologies openBIM permet de faciliter la maintenance d'un CDE en cohérence avec les différentes plateformes des acteurs.

Les interactions entre les acteurs du projet ne se limitent pas forcément à des échanges de modèles et de documents. Aussi, il est conseillé de mettre en place des processus d'échanges plus légers et spontanés, pour traiter les problèmes, les questions, les demandes de modification, notamment à l'aide du format BCF *(BIM collaboration format).*

La description des droits d'accès au niveau de granulométrie de l'information (objets et propriétés des objets) se fera de manière privilégiée à l'aide de MVDs (cf. pages 27). La description des procédures d'échanges d'information via la plate-forme tout au long du projet pourra s'appuyer sur le formalisme des IDM (cf. page 26).

Spécifications du CDE

La convention BIM définit l'Environnement commun de données (CDE) utilisé pour les besoins du projet en cohérence avec les pratiques des acteurs.
Pour cela il sera bon de :

- identifier l'environnement des solutions de management de l'information au sein du projet ;
- définir l'environnement de management de l'information retenu pour le projet ;
- définir l'environnement de management de projet retenu (s'il est différent de l'environnement de management de l'information).

Dans le cas où les acteurs ont déjà une solution privilégiée de plate-forme utilisée sur leurs projets, il est important de commencer par recenser les fonctionnalités des différentes solutions déployées afin d'identifier celle qui correspond le mieux aux besoins du projet.
Le maintien de la cohérence entre les différentes plates-formes des différents acteurs nécessite de mettre en place des procédures rigoureuses de coordination.
Le CDE du projet a pour vocation de centraliser les informations communes aux acteurs du projet, pas de supplanter les solutions que ces acteurs utilisent.

Ensuite, l'ensemble de ces règles sont à décrire dans la convention BIM ou des documents spécifiques annexés à celle-ci. La convention BIM devra donc a minima définir :

- les administrateurs et les règles d'administrations de l'environnement ;
- les profils des acteurs et les droits d'accès associés au niveau de granulométrie nécessaire (répertoire, modèle, document, fichier, objet, propriété) ;
- les procédures d'accès, de collaboration et d'échanges (fréquence, caractère obligatoire ou non, etc.) et plus particulièrement les circuits de validation et de diffusion ;
- les protocoles de contrôle, de validation et de diffusion des données, modèles, fichiers et documents.

La convention BIM établira **les précautions à prendre pour l'éventuelle transition d'un CDE à un autre lors d'un changement de phase du projet**. La convention BIM décrira les mesures mises en place pour répondre à ce besoin, avec une attention particulière à la pérennité de la donnée.

La mise en exploitation de l'ouvrage est une étape de la vie du projet qui peut entraîner un choix différent de plateforme pour répondre aux exigences des contributeurs d'exploitation-maintenance, par exemple.

L'ensemble des données, historiques et rapports, devront pouvoir être exportables sans perte d'information vers une autre plate-forme.

Prescriptions diverses

La convention BIM devra informer les contributeurs sur les points suivants :

- Qui utilise la plate-forme BIM et à quel moment ?
- Quel sont les protocoles de dépôt, de téléchargement, d'édition, de consultation ?
- Quels sont les formats et la taille des fichiers supportés ?
- Quels sont les prérequis des contributeurs ?
  – Matériels ;
  – Formations ;
  – Charte de bon comportement ;
  – Hébergement de la plate-forme ;
- Comment est assurée la pérennité des données ?
  – Dans le temps ;
  – Physiquement (éloignement des serveurs) ;
  – Etc.
- Comment est assurée la sécurité des données ?
  – Politique de sécurisation des données ;
  – Politique des accès à la plateforme.
  – Comment sont gérés les accès des utilisateurs et leur traçabilité ?
  – Gestion des identifiants et mots de passe
  – Log de connexion
  – Etc.
- Quelle est la durée de vie de la plate-forme ?
- Le niveau de portabilité de la plate-forme ?
- Quelles sont les fonctionnalités associées aux usages BIM ? Certaines plateformes proposent des fonctionnalités, qui sont directement liées aux processus définis par les Usages BIM, notamment :
  – Les processus de collaboration et de coordination ;
  – Contrôle des conventions de nommage ;
  – Extraction des quantités ;
  – Visualisation de communication ;
  – Etc.

Focus : données

Définition

Une métadonnée est une donnée servant à caractériser une autre donnée et notamment ses modalités de création.
Le catalogage consiste à analyser un produit et à l'indexer de façon à l'intégrer dans un catalogue ou une classification.
Les produits de la construction sont souvent décrits par leurs propriétés physiques et mécaniques (nature du matériau, géométrie, limite élastique, résistance…) mais aussi par des attributs (métadonnées) qui permettent de les classifier par domaine, par système, par fonction.
Il est primordial **de préparer dès que possible les champs de métadonnées** (dans certains logiciels, ces champs sont nommés : PropertySet) à renseigner pour chacune des familles d'objets ou de produits qui seront nécessaires au projet, afin que chacun des acteurs puissent y retrouver ses attentes.

Structuration des données

La structuration des données permet d'organiser les données pour les traiter plus facilement. Cette organisation permet une reconnaissance automatique ou implicite des données, ce qui entraîne un traitement plus efficace. Mais à chaque usage correspond une structure appropriée.
La donnée est une valeur brute non interprétée. Lorsque la donnée est structurée, elle devient interprétable, et devient alors « information ». L'interprétation des informations permet la prise de décision et donc le déclenchement d'actions.
La structuration des données utilise les métadonnées. Les métadonnées sont les données décrivant les données (on les appelle aussi « attributs »). Elles autorisent l'organisation des données selon des schémas de description spécifiques aux usages liés au projet, et selon donc la phase du projet :

- Phase de conception : découpage en systèmes élémentaires, répondant à des fonctions et des exigences
- Phase de construction : découpage spatial pour la réalisation d'ouvrage ou l'implantation d'équipements dans des espaces définis
- Phase d'exploitation et de maintenance : gestion de systèmes (réseaux ou familles d'équipements) localisés dans l'espace

Il est évident que la connaissance de la structuration attendue par l'utilisateur final (exploitant) a une influence directe sur la structuration des données en phases de conception et de construction (afin d'éviter ressaisies ou réorganisation entre chaque phase).

Validation de la donnée

La validation des données est un processus vaste et complexe. Il peut s'appliquer d'abord à plusieurs types de validation. Dans tous les cas, la validation ne peut être réalisée qu'au regard d'un objectif métier spécifié (par exemple, la validation réglementaire de l'implantation de panneaux de signalisation verticale avant une bretelle de sortie peut être annulée par une contrainte de visibilité liée à un masque en amont des panneaux). Il faut donc bien distinguer :

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

- **la donnée juste** : la donnée est correcte vis-à-vis de son exigence métier et de la réglementation en vigueur (design checking). Ce n'est pas le domaine de l'équipe de BIM management.
- **la donnée conforme** : la donnée est correcte vis-à-vis de la charte numérique du projet (model checking). C'est le domaine de l'équipe de BIM management. Cette validation permet alors d'intégrer la donnée dans la maquette numérique globale et de la confronter aux autres modèles en interface.

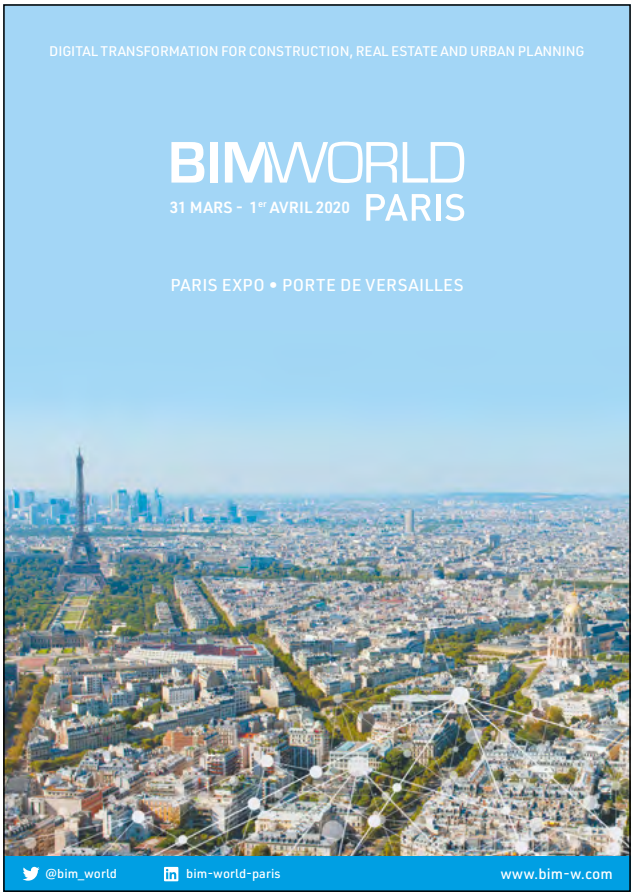
Le processus est réalisé en plusieurs étapes, avec un accroissement de la complexité :

- **validation dans le modèle « disciplinaire »,** au sein d'un bureau d'étude ou BE ou au sein d'une discipline précise, pour contrôler que la donnée est juste et conforme au regard d'une fonction attendue ou d'une exigence.
- **validation dans le modèle intégré**, c'est-à-dire le modèle fusionnant les données de plusieurs disciplines en interface, pour contrôler que la donnée est juste et conforme au regard de son environnement et de ses interfaces directes. C'est le processus de gestion des incohérences et des interférences.

Le processus exige également une définition précise du flux de validation et des acteurs impliqués dans ce flux. La donnée ne prend jamais le statut « validé », car la donnée doit être considérée en fonction de son développement. On affecte à chaque donnée (ou à chaque famille de données) un attribut « statut », qui prend l'un des 3 états suivants (ISO 19650) :

- **En cours** : la donnée est en cours de conception. Elle n'est pas encore partagée et est utilisée « en interne » par le groupe de travail de la discipline considérée.
- **Partagé** : la donnée est contrôlée au sein de sa propre discipline pour une fonction spécifique. Si elle est juste et conforme, elle est partagée avec les autres groupes de travail pour être confrontée à son contexte.
- **Publié** : la donnée est confrontée à son contexte et à son environnement. Si elle est conforme aux attentes et n'est pas en interférence, elle obtient l'autorisation de publication par le donneur d'ordre. La donnée devient alors la référence tant qu'elle n'est pas remise en question. Elle peut alors servir pour le développement de la conception, pour la construction ou la gestion des actifs.

Le dernier conteneur « archive » contient l'ensemble des informations et l'historique de leur développement et modifications. Il contient en particulier la base de référence (baseline) des informations figées à un jalon particulier du projet (point d'arrêt partiel).



L'infrastructure numérique

Matériels, logiciels et version

Il conviendra dans la convention BIM de recenser les caractéristiques majeures de l'infrastructure informatique des contributeurs, notamment :

- les matériels mobilisés ;
- RAM (Go) ;
- système d'exploitation ;
- carte graphique (GPU) ;
- CPU (Ghz).

Il s'agit d'anticiper des situations de blocage dues aux écarts de puissance voir des incompatibilités qui peuvent exister entre les contributeurs.

Lorsque nécessaire, la plateforme doit supporter le découpage de la maquette selon la méthodologie définie par l'équipe de BIM management et permettre la conservation des liens nécessaires à l'assemblage des modèles de la maquette.

L'objectif de ce recensement est double :

- d'une part **définir les configurations des flux** de données entre les contributeurs,
- d'autre part, **anticiper les « montées de version »** pour les projets dont la durée pourrait l'imposer.

Selon les conditions du projet (installation sur site, international…) une attention particulière doit être portée sur la qualité et la sécurité des liaisons et connexions.

Le BIM management doit pouvoir alerter les services ad hoc sans que ce soit de sa responsabilité de trouver une solution matérielle ou technique. Il peut proposer une solution de contournement lorsqu'aucune solution matérielle et technique palliative ou corrective n'est possible.

Il convient de recenser :

- les logiciels de modélisation, de calcul, de visualisation et de contrôle ;
- les versions de logiciels ;
- les procédures de mise à jour des logiciels ;
- l'OS (système d'exploitation) pour lequel le logiciel est supporté ou recommandé par l'éditeur ;
- formats et tailles des fichiers.

Réf. : https://bimstandards.fr/echanger-en-bim/cv-openbim/

L'équipe de BIM management doit définir les formats d'échanges qui seront autorisés sur le projet **sans que la solution retenue n'aboutisse à l'exclusion d'un des contributeurs** du cas d'usage concerné.

Il est recommandé de prévoir la possibilité d'échanger ou de livrer la maquette numérique dans l'un des formats normés pour l'interopérabilité internationale. Selon les projets, il peut être obligatoire d'échanger et/ou de livrer aux formats IFC, CityGML, COBIe…

Une attention particulière doit être portée sur la taille du fichier exporté au format IFC qui peut être 2 à 3 fois supérieure à la taille du fichier natif. S'il y a obligation de livrables au format IFC, c'est la taille du format IFC qui prévaut sur la taille du format natif.

Il convient de prévoir un tableau des différents formats et la taille maximale des fichiers qui sont exploités et échangés dans le cadre de la convention BIM.

Visualiseurs 3D ou viewers

Si la plate-forme collaborative de l'Environnement commun de données ne dispose pas d'un viewer 3D, la convention BIM doit proposer une ou plusieurs solutions de visualisations des modèles d'informations.

Dans un environnement IFC, le BIM management fait adopter par l'ensemble des contributeurs l'un des visualiseurs disponibles et gratuits du marché, comme faisant référence pour la constatation des observations opposables.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

La modélisation

Généralités

Les données nécessaires pour modéliser un ouvrage et gérer un projet sont très nombreuses et complexes. Elles sont générées par de multiples acteurs, à l'aide de nombreux outils et logiciels sur des supports et formats variés. L'hétérogénéité des acteurs, des pratiques et des logiciels fait qu'il très fréquent que différentes parties utilise des formalismes, représentations, des dénominations, des découpages différents pour caractériser la même information. Pour la bonne mise en œuvre du processus BIM, il est donc fondamental que les acteurs du projet s'accordent sur des règles de modélisation qui répondent à leur besoin commun.

L'information d'un projet et d'un ouvrage s'appuie sur différentes structurations qui représentent les différents besoins du projet :

- Le PMP *(Plan de management de projet)* qui décrit le système de management du projet ;
- La WBS *(Work breakdown structure),* structuration des lots/missions ;
- La RBS *(Requierements breakdown structure),* structuration des exigences ;
- La FBS *(Functional breakdown structure),* structuration des fonctions ;
- La SBS *(System breakdown structure),* structuration des systèmes ;
- La PBS (Product breakdown structure), structuration des éléments ;
- La GBS (Geographical breakdown structure), structuration spatiale.

L'ouvrage *« A guide to the Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) »* reste la référence pour comprendre la démarche de définition d'une *« Work Breakdown Structure »* (WBS).

Dans un premier temps, la définition d'une structure des lots/missions (WBS), spatiale (GBS), d'une structuration des éléments (PBS), et éventuellement d'une structuration des systèmes (SBS) constituent une pratique nécessaire et suffisante à la bonne conduite d'un projet en BIM. La définition des structures de division, répartition ou ventilation est une pratique qui nécessite une maîtrise avancée des technologies du BIM ainsi qu'un niveau structuration avancé des données des ouvrages et des projets. C'est avec le temps, en montant en maturité et en se structurant que les acteurs de la construction arriveront à maîtriser ces approches.

Système de référence unique

Il est recommandé de mettre en œuvre un système de référence unique. Ce système devra être annoncé par la maîtrise d'ouvrage dans son cahier de charges BIM. Ainsi, **il est préférable de constituer un modèle BIM référentiel au début de l'opération**. Les caractéristiques de ce référentiel sont ensuite stipulées dans la convention. Ce système est porté par un modèle d'information d'un des contributeurs BIM. Ce contributeur BIM est la seule autorité habilitée à éditer le système de référence.

Le BIM management doit mettre en place les processus nécessaires au partage du système de référence unique.

Note : L'équipe de BIM management, en appui de la direction de projet, établira le découpage du modèle du projet en priorisant les différents éléments de décisions que sont les différentes structures du projet, les usages BIM retenus pour le projet, et les capacités de l'environnement BIM du projet.

Pour information, l'usage répandu de plusieurs systèmes de coordonnées rend cette question cruciale, notamment sur les opérations de grande envergure. Le système de repérage d'un point en planimétrie peut être relatif au projet (par rapport un point choisi), ou un système de topographie généralisé. En France, en fonction de la latitude à laquelle le relevé topographique est réalisé plusieurs systèmes de planimétrie ont été utilisés :

- de Nord jusqu'au Sud de la France continentale, nous trouvons les systèmes LAMBERT 1, LAMBERT 2 et LAMBERT 3 ;
- le système LAMBERT 4 est applicable à la Corse et aux pays du Maghreb ;

- il existe également un système LAMBERT 2 élargi applicable à toute la France.

De plus, le décret 2006-272 du 3 mars 2006 impose aux services de l'État, aux collectivités locales et aux entreprises chargées de l'exécution d'une mission de service public de diffuser à partir du 10 mars 2009 les données géographiques dans le système national de coordonnées défini dans le décret 200-1276 du 26 décembre 2000 (Lambert 93, liée au système géodésique RGF93).

Ségrégation des modèles

Les versions actuelles des logiciels de modélisation ont des limites de performances. Celles-ci se caractérisent le plus souvent par une taille maximale de modèle recommandée.
Le découpage spatial doit être unique et chaque maquette de zone doit être, si possible, l'agrégation de tous les modèles individuels métiers. Ce découpage doit prendre en compte les éventuelles contraintes constructives (par exemple, les joints de dilatation, etc.). Un schéma en plan précisant le découpage des maquettes choisi doit être défini dans la convention BIM.

Il est recommandé de s'appuyer au maximum sur des standards ouverts comme les IFC, les systèmes de classification et les dictionnaires existants, de limiter la démultiplication des objets et propriétés personnalisées pour faciliter l'élaboration d'un compromis et le suivi du respect des règles établies. Ceci est également essentiel pour faciliter la transition lors de l'arrivée de nouveaux acteurs.

Si plusieurs logiciels BIM et plusieurs formats d'échanges sont utilisés sur le projet, il est également important de préciser comment chaque objet et chaque propriété seront implémentés dans les solutions des acteurs en ayant besoin. Les tables de correspondances d'une implémentation à l'autre devront être établies. L'utilisation d'un format neutre comme les IFC permet de limiter le nombre de correspondances à établir.

Il est improductif de chercher à imposer les préférences de modélisation d'un acteur aux autres. Cela peut engendrer des conflits et des inefficacités dans le processus BIM, les pratiques de l'un n'étant pas nécessairement adaptées à l'autre. Cela concerne l'aspect commun des échanges de données, chaque acteur reste maître de ses pratiques internes.

Lorsque des ouvrages font appel à des logiques de réseaux importantes, il peut être nécessaire d'établir un découpage par sous-systèmes représentatifs des réseaux, en parallèle du découpage spatial.
Pour définir un découpage souhaitable, la méthode à suivre est la suivante :

- en zones
  - Fichiers de taille raisonnable ;
  - Sous-ensemble de la structure significatif d'un point de vue opérationnel ou constructif ;
  - Chaque maquette de zone sera le résultat de l'agrégation des modèles :
  - Programme (global, pièces par pièces…) ;
  - Systèmes architecturaux (système fonctionnels…) ;
  - Structure (Façades, Joints de dilatation, matériaux…) ;
  - Système des lots techniques (aéraulique, hydraulique…).
- par phasage
  - Selon l'importance d'ouvrages provisoires à certaines phases des travaux
  - Etc.
- par réseau
  - Réseaux de distribution d'air conditionné dans toutes les zones de l'ouvrage
  - Etc.
- par séquence de construction
  - Existant ;
  - Projet ;
  - Première Tranche
  - Etc.

L'équipe de BIM management doit tout d'abord recenser l'environnement des solutions logicielles BIM utilisées pour mettre en œuvre les usages BIM retenus pour le projet. Cette analyse doit servir à fournir des éléments d'informations sur la capacité d'intégration et de taille de modèles acceptées par l'environnement.
Par exemple, certains objets ne peuvent pas être modélisés ou intégrés par certains logiciels, ce qui implique un découpage du projet pour permettre une modélisation ou une interprétation cohérente de ces objets ou encore certains logiciels tolèrent mal des modèles de grande taille.
Ainsi l'équipe de BIM management entérine dans la convention BIM :

- Les solutions informatiques utilisées pour travailler en BIM, y compris les solutions de type plateforme ;
- Les capacités d'import-export de ces solutions, selon différents formats (IFC, BCF, DWG, PDF…) ;
- Les limites de tailles des modèles tolérées par les différentes solutions, selon les capacités des infrastructures informatiques des acteurs.

En se basant sur les capacités de l'environnement BIM du projet et les structures du projet (WBS, GBS, SBS et PBS), l'équipe de BIM management définit le découpage du modèle du projet :

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

par exemple par disciplines (architecture, structure, MEP, etc.), par localisation (Bâtiment 1, Digue 1, Station A, etc.) ou par éléments (Ouvrage 1, Ouvrage 2…). Le découpage doit être un compromis entre la facilité d'utilisation (qui suit au maximum les structurations du projet) et le nombre d'interfaces qu'il y aura à gérer entre les différents modèles BIM.
La définition du découpage entraîne la définition de procédures de gestion des interfaces entre les différents modèles. Par exemple, un projet découpé en des modèles Architecture et Structure pourra mettre en place des solutions de détections des interférences 3D pour assurer que les deux modèles ne sont pas en conflit. La gestion des interfaces entre les modèles nécessite de bien identifier et lister toutes les interfaces possibles et d'y associer des procédures de test. La fréquence d'exécution des contrôles devra être décidée par l'équipe de BIM management (cf. Contrôle qualité, page 33).
La convention BIM établira donc :

- La liste des interfaces ;
- Les procédures de gestion des interfaces ;
- La fréquence des contrôles et de revue des interfaces.

Les structures du projet (WBS, GBS, SBS et PBS) doivent être la base pour définir dans le convention BIM :

- Les objets ;
- Les propriétés.

Pour chacun des objets et des propriétés établies :

- Leur nom ;
- Leur définition ;
- Leur référence (par exemple - objet standard de la solution logiciel X, issu du système de classification Y, issu du dictionnaire ou bibliothèque d'objets Z) ;
- Leur dénomination/codification utilisée pour le projet.

L'étape suivante est de déterminer qui doit remplir quoi et quand : c'est la définition du processus BIM détaillé à l'aide des IDM, MVD et/ou matrices RACI.

Système d'unités

La maquette numérique doit être développée conformément aux recommandations du système international d'unités (SI), publiées par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) : https://www.bipm.org/fr/publications/si-brochure/.
Il est recommandé que la convention BIM fasse état des unités de mesure et leurs arrondis communs et distincts, pour tous les contributeurs BIM.
Pour la phase de réalisation, la convention BIM de réalisation pourra également faire état des références réglementaires en vigueur sur les tolérances de dimensionnement et/ou de mise en œuvre applicables aux objets modélisés, en vue de l'élaboration de la maquette numérique des ouvrages exécutés.

Longueur	Structure métallique Autres	mm m	0,0 0,00
Surface	Tous	m^2	0,00
Volume	Tous	m^3	0,000
Poids	Tous	kg	0,00
Température	Tous	°C	0,0
Ratios d'acier	Tous	kg/m^3	0,00
Résistance thermique	Tous	$m^2 \cdot K/W$	0,00
Angle	Géomètre Autres	Grade décimal Degré décimal	0,00 0,00

Systèmes d'unités (exemple)

Niveaux de définition

La convention BIM doit comporter les attendus sur le ou les niveau(x) de définition que la maquette numérique doit atteindre aux différents jalons de son élaboration pendant la période d'application de ladite convention. Le niveau de définition de la maquette numérique est le résultat d'une configuration, qui évoluera en fonction des phases du projet. Ces niveaux sont définis ci-dessous.

Le guide dans sa version 2 est en ligne avec l'état actuel des travaux du CEN sur la définition des niveaux d'informations nécessaires (LOIN ou *Level of information needs*).

Le BIM management, en référence aux nombreuses sources bibliographiques sur le sujet, doit spécifier pour chaque classe d'objet a minima :

- Le niveau de représentation – NdR ;
- Le niveau d'information – NdI ;
- Le niveau de documentation – NDoc ;
- Le niveau de complétude – NdC.
- Le niveau de coordination – NCoo ;

Niveau de représentation (NdR)

Pour chaque livraison de la maquette numérique, la convention BIM doit spécifier le niveau de représentation (NdR) selon **les 6 niveaux de détail géométrique** (voir tableau ci-contre). Il est utile de préciser que certaines classes d'objet peuvent ne pas être modélisées pour certaines étapes de livraison de la maquette numérique. Dans ce cas, les informations relatives à un objet non représenté dans la maquette numérique peuvent être portées par un autre objet.

	Niveaux de Représentation	
NdR 0	Marquage	•
NdR 1	Symbolique	
NdR 2	Encombrement	
NdR 3	Illustration de la représentation générique	
NdR 4	Illustration de la représentation détaillée	
NdR 5	Réaliste (fabricant)	

Niveaux de représentation (source : buildingSMART-Mediaconstruct)

Niveau d'information (NdI)

Le niveau d'information de la maquette numérique est la résultante **des niveaux d'information des objets qui la composent.** Le niveau d'information des échanges est défini en fonction des processus d'usage BIM mis en œuvre.

A minima, le niveau d'information pourra faire référence au schéma IFC. Le schéma IFC 4.1 ne comporte pas moins de 1694 propriétés réparties dans 413 jeux de propriétés attributaires et 93 jeux de propriétés quantitatives.Cette combinaison est spécifiée pour 2 types de configuration de la maquette numérique :

- la maquette numérique complète ou partielle, qui est diffusée pour l'exécution des usages BIM retenus par la convention BIM ;
- la maquette numérique consolidée, qui est diffusée comme livrable BIM d'une phase du projet.

Il est recommandé que la convention BIM indique les niveaux d'information requis de chaque classe d'objet. Il est possible de spécifier une seule combinaison d'information pour plusieurs usages BIM.

Par ailleurs la convention BIM doit comporter de façon explicite le niveau d'information requis de la livraison de la maquette numérique pour une phase du projet. Il est recommandé que le niveau d'information à la livraison de la maquette numérique soit décliné jusqu'à la liste des propriétés attributaires de chaque classe d'objet.

		Caractéristiques										
		Dimensionnelles	Matériaux	Structurelles	Acoustique	Thermique	Feu	Durabilité	Masse	Emission carbone	Coût	Délai de mise en œuvre
N1	Information générique du programme Les objets modélisés intègrent les données du programme	✘	✘									
N2	Information de type Les objets comportent les informations principales correspondant à l'objet placé dans le contexte du projet	✘	✘	✘	✘	✘	✘					
N3	Information dimensionnelle et calculatoire Les objets sont enrichis d'information permettant des extractions de données pour le calcul ou des usages BIM	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘		
N4	Information de construction Informations liées aux méthodes de construction et au suivi de chantier	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘
N5	Information d'exploitation Informations destinées à l'exploitant dans le cadre de la maintenance de l'ouvrage	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘

Tableau de définition des niveaux d'information (exemple)

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Niveau de documentation (NDoc)

Il peut être demandé un niveau de documentation à la maquette numérique. Le niveau de documentation correspond à **une liste des documents liés aux objets de la maquette numérique.**

Il convient de faire la distinction entre les documentations liée et associée.

- La documentation liée provient d'une base documentaire extérieure à la maquette numérique, en général un constructeur ou un fabricant.
- La documentation associée est produite depuis la maquette numérique. Cette documentation intègre l'information qui indique la maquette numérique source.

Un plan de sécurité incendie qui est produit à partir de la maquette numérique est une documentation associée. Ce document peut à son tour, être lié à un élément de la maquette numérique d'exploitation-maintenance.

Le niveau de documentation est assuré par des propriétés attributaires des objets au format hyperlien vers un document ou une URL *(Uniform resource locator)* vers un site Internet.

Par exemple, les attributs des objets de la maquette numérique des ouvrages exécutés permettent l'identification de la documentation liée, disposée dans une arborescence structurée.

Nom	Descriptif
Fiche signalétique	Fiche signalétique des entreprises & sous-traitants
Fournisseur	Liste des fournisseurs & détails
Fabricant	Liste des fabricants & détails
Fiche « produit »	Références installées, caractéristiques principales des produits et PV associés (Tenue, réaction au feu, certificats matières…)
Inventaire des installations & équipements	Inventaire des installations et équipements installés
Notice technique	Note/notice technique du fabricant
Note de calcul	Note/notice de calcul
Notice d'exploitation	Notice de fonctionnement
Stock	Stock prévu à la livraison et bordereaux de remise
Procès-verbaux	Avis/Visas/Autocontrôle/Procès-verbaux Certificats d'essais des appareils et matériels Inclus : visas et avis ; fiches autocontrôle ; fiches d'essais et de mises au point ; PV de mise en service, de mise en œuvre, d'analyse, de traitement ; PV de levées de réserves
Formation	Présentations, documentations relatives aux formations
Attestation d'assurance	Attestation d'assurance et certificats de garantie
Plan de recollement	Schémas, synoptiques, coupes, carnet de détail…
Photo	Photos de chantier – Vidéos de chantier
Contrat de maintenance	Si proposition de contrat de maintenance par l'entreprise/fabricant
Autres documents	

Documentation d'un Dossier d'exécution des ouvrages (exemple)

Niveau de complétude (NdC)

- Le niveau de complétude exprime **l'exhaustivité de la maquette numérique selon les niveaux de représentation, d'information, de coordination et de documentation des objets de l'ouvrage**.

Le niveau de complétude doit être défini pendant les phases de conception et de réalisation selon les exigences du client.

Il faut aussi convenir de façon précise le système du référentiel entre les objets associés et l'objet de référence.

La maquette numérique peut avoir des niveaux de complétude différents :

- selon la ségrégation des maquettes ;
- selon la phase du projet dans le cycle de vie de l'ouvrage.

Par exemple, la maquette numérique d'un hôpital pourra être modélisée partiellement de sorte qu'une chambre "Type" d'un hôpital soit modélisée à un niveau de définition élevé tandis que toutes les autres chambres du même type disposent uniquement d'un identifiant qui reporte à la chambre type.

De la même façon, on pourra modéliser le ferraillage d'un ensemble poteau-poutre et identifier cet ensemble dans le reste de l'ouvrage sans modéliser les armatures de tous les poteaux du même type.

Par ailleurs, le niveau de complétude renvoie également aux jalons de modélisation des différents contributeurs. La convention BIM peut spécifier une modélisation partielle des informations des lots techniques, par exemple, pour la livraison de la maquette numérique dans les phases ESQ, APS voire APD.

Il est recommandé d'avoir une exhaustivité explicite de la complétude de la maquette numérique pour les jalons du projet : permis de construire, dossier de consultation des entreprises, exploitation-maintenance…

Niveau de coordination (NCoo)

Le niveau de coordination exprime **le niveau de résolution des interférences spatiales, techniques et réglementaires.** La convention BIM doit spécifier de façon explicite le niveau de coordination exigé pour la livraison de la maquette numérique.

Le niveau de coordination s'exprime à un instant donné, un état de la quantité d'interférences qui existe entre les modèles de chaque contributeur BIM. Par exemple : le fait qu'aucune réservation ne soit modélisée dans les poutres pour des interférences cumulées (plusieurs segments de réseaux passant par la même réservation) de moins de 20 cm x 20 cm. Le niveau de coordination est croissant pendant les phases de conception et la présynthèse pour atteindre son niveau le plus élevé pendant les études d'exécution et la synthèse.

		ARCHITECTE								STRUCTURE					FLUIDES			VRD				
		Complexes de murs	Cloisons	Emprise de poteaux	Emprise de poutres	Complexes de planchers	Portes	Fenêtres	Pièces	Fondations	Murs	Poteaux	Poutres	Planchers	Réseaux linéaires > 100mm de diamètre	Réseaux linéaires < 100mm de diamètre	Appareils	Terrassements	Voiries	Trottoirs	Appareillages	Réseaux enterrés
ARCHITECTE	Complexes de murs		++	+	+	+	++	++	++	+	++	+	+	+	++	-	-	+	+	0	+	+
	Cloisons			+	+	+	++	++	++	0	+	++	+	+	++	++	++	0	0	0	0	0
	Emprise de poteaux				+	++	+	+	0	+	+	++	+	++	+	+	+	+	0	0	0	0
	Emprise de poutres					+	+	+	0	0	+	+	++	+	++	+	+	0	0	0	0	0
	Complexes de planchers						-	-	0	-	0	+	++	++	++	++	+	++	+	0	+	-
	Portes							+	-	-	++	+	+	+	++	+	+	-	+	0	0	0
	Fenêtres								-	-	++	+	+	+	++	+	+	-	+	0	0	0
	Pièces									0	++	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
STRUCTURE	Fondations										++	++	-	+	+	+	0	++	+	0	+	+
	Murs											++	++	++	++	++	++	++	++	0	+	-
	Poteaux												+	+	+	+	+	++	++	0	-	-
	Poutres													++	++	++	++	0	0	0	0	0
	Planchers														++	++	++	++	++	0	++	++
FLUIDES	Réseaux linéaires > 100mm de diamètre															+	++	+	0	0	0	+
	Réseaux linéaires < 100mm de diamètre																++	+	0	0	0	+
	Appareils																	0	0	0	0	0
VRD	Terrassements																		++	++	++	++
	Voiries																			++	++	++
	Trottoirs																				++	++
	Appareillages																					++
	Réseaux enterrés																					

Symbole	Texte	Exemple
0	Niveau de coordination inexistant	Les objets n'ont pas de relations entre eux
-	Niveau de coordination faible	La relation entre les objets existe mais n'est pas traitée (chaque modèle métier est produit sans que cela influe le modèle des autres corps de métier)
+	Niveau de coordination moyen	La relation entre les objets existe mais n'est traitée que partiellement selon l'importance de celle-ci
++	Niveau de coordination élevé	La relation entre les objets existe et est traitée dans son intégralité

Matrice de gestion des conflits (source : buildingSMART)

Il convient de tolérer un niveau de coordination faible pendant les phases amont de la conception ESQ, APS, APD. La gestion des réservations caractérise un niveau de coordination élevé de la maquette numérique.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Nommage

Travailler en mode collaboratif implique une multiplication des échanges de données entre acteurs, de la conception à la déconstruction de l'ouvrage. Chacun a son propre vocabulaire, sa propre sémantique pour décrire les espaces et éléments qui composent un ouvrage. Il est donc essentiel de mettre en place dès l'initiation d'un projet un système de classification standardisé qui joue le rôle de référentiel commun entre tous.

Systèmes de classification

Un système de classification standardisé consiste en une hiérarchisation des objets physiques (éléments, espaces, produits) et immatériels (phases, services, disciplines, rôles) utilisés dans la maquette BIM. Une codification est associée à chaque niveau de cette structuration hiérarchique. Celle-ci permet aux acteurs d'être certains de parler du même élément, peu importe la sémantique ou la langue utilisée.

Dans le cadre de l'organisation du BIM sur une opération, un standard de système de classification doit être référencé et partagé entre tous les contributeurs BIM, afin d'assurer l'uniformité des dénominations utilisées pour renseigner les différentes maquettes numériques et documents.

Nota : un travail de recensement international des classifications a été opéré par buildingSMART France-Mediaconstruct dans le but d'examiner l'intérêt et la faisabilité d'avoir un système de classification adapté au modèle français.

Nota : Attention ! toute modification d'un système de classification lui fait perdre sa notion de standard de référence. Cela peut entraîner des risques potentiels pour la gestion du système d'information.

Il peut être possible de retenir plusieurs standards de système de classification afin de répondre à différents usages. Dans ce cas, il est indispensable qu'un tableau de correspondance soit défini entre les références retenues.

Bien que ce ne soit pas conseillé, il peut également être possible, dans certains cas, de compléter un système de classification existant ou de se référer à une nomenclature spécifique ou propriétaire afin de répondre au besoin du projet. Dans ce cas, il est indispensable que cette pratique soit :

- Documentée ;
- Cohérente avec les objectifs du projet et les pratiques de tous les intervenants ;
- Cohérente avec les standards utilisés ;
- Partagée par tous.

En l'absence de classification imposée par la MOA, on pourra utiliser l'un des 3 systèmes de classifications suivants :

- Uniclass2 utilisé au Royaume Uni, système de classification Open basé sur la norme ISO 12006-2 :2015 *« Framework for classification »*. Cette classification permet de remplir automatiquement certaines catégories pour le format COBie-UK-2012, la version britannique de COBie. Elle est accessible gratuitement sur www.cpic.org.uk/uniclass2/
- Omniclass OCCS utilisé aux États-Unis, basé également sur la norme ISO 12006-2 :2015 *« Framework for classification »*. Elle est accessible gratuitement sur www.omniclass.org/
- Uniformat II 2015, autre système de classification développé aux États-Unis. Cette classification est payante. www.astm.org/Standards/E1557.htm

Nommage des informations

Le nommage de l'information peut être spécifié à plusieurs endroits, en fonction du logiciel de modélisation utilisé. Par exemple, pour un logiciel de DAO, il s'agira de nommer les calques. Pour un logiciel orienté « objet », il s'agira de renseigner un champ (ou plusieurs) des propriétés de l'objet (attributs).

- **Phase**

Il est d'abord nécessaire de spécifier la phase pendant laquelle la donnée a été générée, afin de pouvoir suivre l'avancement de la maquette globale et de pouvoir comparer le niveau de développement de la donnée avec son niveau contractuellement attendu.

- **Zone**

Le découpage géographique doit être adapté au projet. Il est souvent proposé dès le DCE. Il doit tenir compte des ouvrages caractéristiques ou de la topographie de l'infrastructure.

- **Activité**

Enfin, les systèmes (ou disciplines) doivent pouvoir être identifiés rapidement, avec une classification adaptée au projet.

Nommage des fichiers

Il est souhaitable de rendre le nommage des fichiers BIM cohérent avec le système de nommage des documents en GED. Le nommage doit tenir compte d'un certain nombre d'informations utiles :

- Projet
- Emetteur
- Zone
- Niveau
- Type de fichier
- Rôle
- Numéro unique d'identification
- Version du fichier
- Phase

Nommage des incohérences et conflits

De la même manière, les sujets d'identification des incohérences et conflits doivent être nommés selon une convention qui permet leur suivi pour leur résolution.

Les livrables BIM

Généralités

Un livrable BIM est le résultat d'un ou plusieurs processus BIM exécutés pour un des jalons du projet. Les livrables BIM peuvent être de natures diverses :

- des modèles (fonctionnels, logiques, analytiques, physiques…) ;
- des données sur la géométrie des objets ;
- des données sur les propriétés des objets ;
- des documents (plans, nomenclatures…).

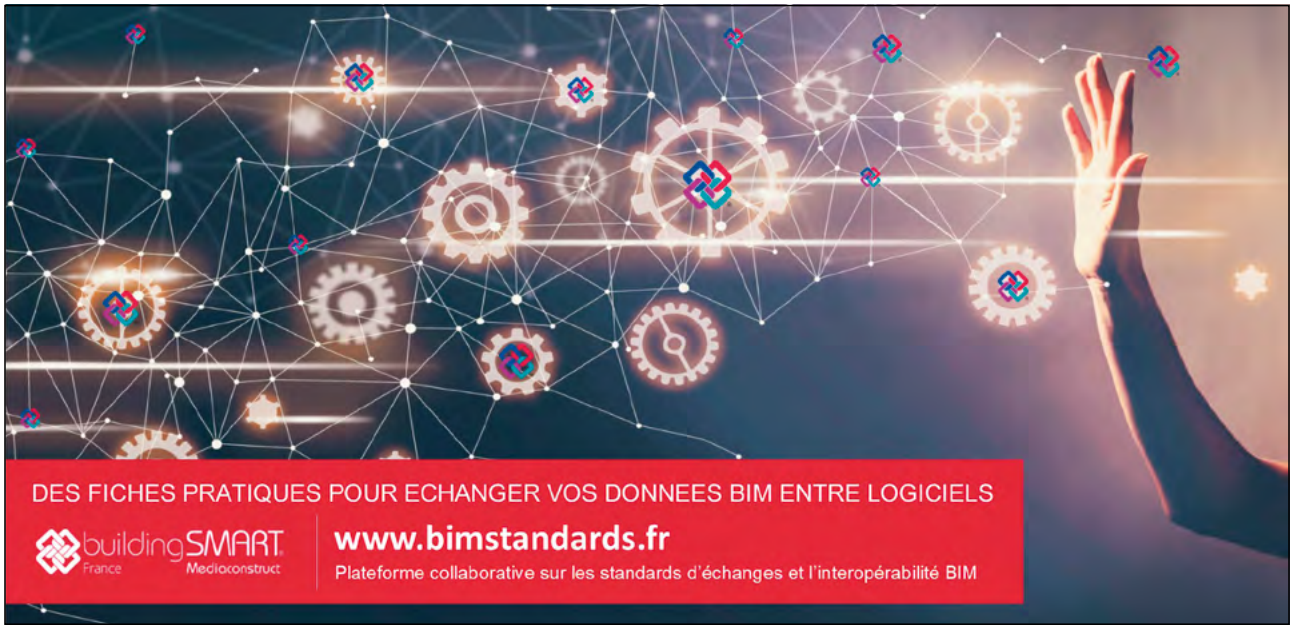
Spécifications des livrables BIM

Spécification des livrables BIM 3D

Les modèles d'informations 3D diffusés au titre des livrables BIM du projet sont recommandés au format IFC dont la version définie doit être spécifiée par la convention BIM. Ils peuvent être également et éventuellement diffusés au format natif selon les conditions contractuelles du projet.
Lors de la publication et/ou du partage avec les autres acteurs, le modèle au format IFC sera produit simultanément au format natif en conformité aux exigences définies par la convention BIM. Il est recommandé de procéder à la validation de la configuration d'export IFC pour chaque solution de modélisation des informations des contributeurs BIM.

Spécification des livrables BIM 2D

Quel que soit le format (pdf, dwg…) des documents 2D, plans, coupes, élévations, les livrables BIM 2D seront impérativement issus de la maquette numérique de façon directe ou indirecte.
Nota : Un livrable BIM 2D, issu de la maquette numérique, même en ayant subi un post-traitement, peut rester comme faisant partie des livrables BIM.
La référence et la date de la maquette, dont le document est issu, apparaissent clairement dans chaque livrable BIM 2D.
Les livrables BIM 2D rejoignent le circuit de revue, de contrôles et d'autorisations de publication communs à tous les livrables 2D du projet.



© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Annexes

Liste des usages BIM Guide convention BIM v1

	Titre	Description succincte du processus, ses particularités et ses objectifs
01	**Définition, analyse et vérification du programme**	Processus durant lequel un programme de construction peut être défini, analysé, et utilisé en lien avec la (les) maquette(s) numérique(s) pour évaluer les performances du projet en cours ou réalisé. (analyse des exigences spatiales, contrôle de l'adéquation entre projet conçu et programme…).
02	**Analyse du site**	Un processus dans lequel les outils BIM/SIG sont utilisés pour évaluer les propriétés d'une zone donnée, ceci en vue de déterminer l'emplacement du site la plus optimale pour un projet futur. Ce processus de recueil et d'analyse de données peut avoir comme objectif de sélectionner le site et/ou de positionner l'ouvrage de construction dans son environnement.
03	**Modélisation du site/ données existantes**	Ce processus concerne l'acquisition, la collecte et le traitement de données sous forme de maquette numérique décrivant l'environnement existant d'un projet. L'environnement existant peut être constitué d'un site (contexte du projet), d'une installation existante, sur sa totalité ou sur une zone spécifique ou encore d'un projet futur à long terme (ZAC…) En fonction du cahier des charges défini, trois types de données de sortie sont possibles : • Modèle 3D : information géométrique réalisée à partir de relevés ; • Maquette Numérique : modèle 3D contenant des informations structurées sur l'existant ; • Base de données alphanumériques : base de données d'informations de l'existant sans données géométriques. Suivant les intervenants et en fonction de la demande, ces données pourront être utilisées pour : • Base pour la conception d'une nouvelle construction, • Base pour la conception d'un projet de restructuration, • En gestion de patrimoine (fourniture de la documentation de l'environnement pour des utilisations futures par exemple), • En avancement de chantier (contrôle qualité), • Pour anticiper la déconstruction…
04	**Communication du projet**	Un processus durant lequel la maquette numérique est utilisée pour s'immerger virtuellement dans le projet. Ce processus BIM permet, même à des non experts de la lecture de certains documents techniques (maître d'ouvrages, riverains, futurs usagers, pompiers…) de s'approprier le projet (en termes d'espace, d'ergonomie, de confort d'utilisation, etc.). Il peut permettre de faciliter la prise de décisions dès les premières phases de conception et tout au long du projet, de tester virtuellement des variantes, des choix de matériaux, des procédures…
05	**Revue de projet**	Un processus dans lequel les parties intéressées s'appuient sur des maquettes numériques pour évaluer (en vue de valider) plusieurs aspects du projet. Ces aspects du projet sont évalués en fonction des métiers impliqués dans le processus. Le processus de revue de projet, et en particulier les rôles des Contributeurs, doit être défini en prenant en compte les types de contrats et les phases de développement. Les rôles des Contributeurs peuvent donc évoluer en fonction des phases.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

	Titre	Description succincte du processus, ses particularités et ses objectifs
06	**Production des livrables**	Un processus dans lequel une maquette numérique est utilisée pour créer des livrables (dessins, jeux de dessins, fichiers d'impression 3D, etc.) tout au long du cycle de vie de l'ouvrage. Ces livrables sont donc cohérents entre eux et avec la maquette numérique dont ils sont issus. La saisie d'informations complémentaires sur ces livrables peut être nécessaire si elles ne sont pas contenues dans la maquette numérique : détails de construction, épaisseur de modèle STL (impression 3D), etc. La traçabilité des livrables ainsi que le statut contractuel des données (visa, etc.) devront être précisés pour chaque projet.
07	**Études analytiques (Structure, lumière, performances env,)**	Processus par lequel la maquette numérique est utilisée comme donnée d'entrée de simulations ou d'analyses thermiques, énergétiques, structurelles, environnementales, sismiques, etc. Ce processus peut impliquer d'enrichir la maquette numérique avec des informations analytiques.
08	**Planification 4d et 5d**	Processus par lequel une maquette numérique est associée à un planning. La dimension temps est utilisée pour planifier la phase d'exécution d'un projet de déconstruction, de rénovation ou de construction. La planification 4D est un outil de visualisation et de communication qui peut fournir à une équipe de projet, y compris le propriétaire, une meilleure compréhension des étapes du projet global, d'une zone particulière, voire de l'aménagement d'un quartier. Ce processus consiste en un rapprochement numérique d'un modèle de données BIM et d'un planning pour un projet déterminé ; le modèle de données BIM pouvant contenir les matériels et les ouvrages provisoires liés à l'exécution du chantier. Les niveaux de détails et la décomposition en objets de la maquette numérique correspondent au niveau de détail du planning qui est associé à cette maquette numérique. (Par exemple, pour un planning jour par jour, un plancher béton est découpé en autant d'objets que de jours de coulage, ce qui ne sera pas nécessaire pour un planning 4D mois par mois) Les données BIM sont structurées pour être facilement associées aux données plannings, via par exemple une codification (comme WBS – Work Breakdown Structure). Ces associations peuvent être dans ce cas automatisables. La planification 4D peut être complétée avantageusement par la planification des ressources. Exemples : courbe de main-d'œuvre sur le chantier, planning des volumes de béton coulés. Il s'agit alors de planification 5D. La planification 5D n'est possible que si les objets du modèle 3D sont enrichis ou liés à des ressources associées enregistrées directement dans le BIM ou bien dans d'autres bases de données. Ces ressources sont « statiques » (nature des matériaux, produits manufacturés…), « dynamiques » (volumes, surfaces…) ou bien « calculées » (main-d'œuvre, coûts…).

	Titre	Description succincte du processus, ses particularités et ses objectifs
09	**Extraction des quantités et valeurs significatives**	Processus par lequel des quantités sont extraites des éléments de la maquette numérique. Ces extractions prennent la forme de bases de données organisées en nomenclatures, structurées par catégories d'objets (lots…) et par valeurs significatives. Ces extractions peuvent s'appuyer sur des jeux de propriétés (PSET), des attributs, une composition, une référence à un type et des quantités de base. Les valeurs significatives sont les données permettant de caractériser le projet (ces valeurs peuvent être spécifiques à un acteur), on retrouve notamment : • Tous les types de surfaces : surface de plancher (SP ou SDP), surface hors œuvre totale (SHOT), surface utile (SU), surface habitables (SHAB), surface dans œuvre (SDO), emprise au sol du bâtiment (EAS), surface du terrain, assiette ou emprise d'une route, etc. • Hauteur d'étage de dalle à dalle (hors plancher technique), hauteur totale • SDO par entité de programme (définition commune à proposer) • Surfaces développées façades y compris acrotères : plein, châssis, mur rideau, double façades, etc. • Surfaces développées façades enterrées • Surfaces de couverture et toiture • Nombre d'entité spécifique au programme (de logements, de lits et places, de salles d'opération – nb logements – nb de place de parking extérieures, enterrées et aériens La documentation des propriétés des éléments via des nomenclatures adaptées permet de structurer la base de données. Cette base de données est visible sur un tableur, ou peut être importée dans des logiciels métiers spécifiques de métré, tout au long du cycle de vie de la maquette pour l'étude, la réalisation, la planification, la programmation, la gestion du patrimoine, etc.
10	**Gestion de conflits à partir de maquettes numériques (synthèse géométrique et technique)**	Processus par lequel sont vérifiées la coordination et la cohérence spatiale, réglementaire, technique et temporelle de plusieurs éléments d'une même discipline et de plusieurs disciplines entre elles, au moyen des maquettes numériques. Le processus doit permettre de déterminer les conflits en confrontant les modèles 3D, les données programmatiques, les propriétés système, les méthodes de construction, les contraintes de maintenance et d'exploitation… Le but de ce processus est de détecter les conflits et d'accompagner leur gestion jusqu'à leur résolution (avec les acteurs concernés).
11	**Organisation et coordination tous corps d'état pour l'exécution**	Processus par lequel sont assurées la synthèse et la coordination des méthodes de construction des différents Corps d'État en intégrant leurs maquettes numériques respectives. Ce processus peut impliquer : Coordonner et organiser entre eux les différents Corps d'État, en intégrant les ouvrages provisoires, ainsi que leurs méthodologies de construction (Chaque Corps d'État reste responsable de ses propres méthodologies de construction) Mettre en place des cotations entre les éléments de différents métiers pour faciliter l'industrialisation et l'assemblage des composants et des produits manufacturés fabriqués en usine. Mettre en place des contrôles qualité par des rapprochements entre la géométrie des ouvrages exécutés et les géométries prévues dans les modèles BIM. Usage BIMs liés : Revue de projet, Modélisation de l'existant, Planification 4D…
12	**Systèmes constructifs – préfabrication tous corps d'états**	Processus par lequel sont définis les modes constructifs des ouvrages TCE, et par lequel sont identifiés les moyens correspondants à mettre en place. Ce processus pourra définir les modalités de préfabrication des composants.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

	Titre	Description succincte du processus, ses particularités et ses objectifs
13	**Support à la logistique**	Processus par lequel sont assurées la synthèse et la coordination de la logistique des différents Corps d'État en intégrant leurs maquettes numériques respectives. Ce processus peut impliquer de : • Assurer le suivi logistique des différents Corps d'État et des matériels nécessaires à leur mise en œuvre, comprenant la commande, le suivi de la fabrication, du transport, de la réception sur chantier et du stockage. Chaque Corps d'État reste responsable de ses propres commandes/fabrication et approvisionnement. • Assurer le suivi du tri et de l'évacuation des déchets de chantier. • Assurer le suivi de l'évacuation des matériels nécessaire au chantier. • Mettre en place des revues de projet BIM entre les différents métiers sur les aspects logistiques. • Assurer le suivi des facturations. La gestion en maquette numérique de la logistique peut impliquer de centraliser dans la base de données des informations de suivi des composants (« en cours de fabrication », « en commande », « livré sur chantier »…). Usage BIM liés : Revue de projet, Planification 4D…
14	**Analyse des performances effectives de l'ouvrage (et comparaison aux performances simulées)**	Un processus qui confronte la performance d'un ouvrage à celle qui était spécifiée. Cela comprend le fonctionnement des systèmes et la consommation d'énergie de l'ouvrage. Cette analyse peut aussi comprendre, sans que ce soit exhaustif, les performances environnementales, les études de façades ventilées, l'analyse de l'éclairage, la simulation des mouvements d'air internes et externes à l'aide de logiciels de Mécanique des Fluides Numériques (MFN) ou CFD (Computational fluid dynamics), et l'analyse solaire, etc.
15	**Reception des ouvrages (opérations préalables à la réception)**	Processus par lequel les OPR (Opérations Préalables à la Réception) sont effectuées en s'appuyant sur les maquettes numériques de l'ouvrage pour formaliser, suivre et lever les réserves en vue de la Réception de l'ouvrage par le MOA.
16	**Consolidation des doe et diuo**	Processus par lequel le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) et le DIUO (Dossier d'Interventions Ultérieures sur l'Ouvrage) sont produits (totalement ou partiellement) à partir des maquettes numériques et diffusés à la MOA. Ce processus s'appuie sur la consolidation des maquettes.
17	**Gestion des ouvrages et équipements**	Processus par lequel les ouvrages physiques, systèmes techniques, équipements et éléments de l'environnement sont définis, maintenus, mis à jour en cas de modification, et servent la gestion opérationnelle et maintenance préventive. Le système de gestion et de maintenance (GMAO) de l'ouvrage est lié à un modèle BIM « as-built » des ouvrages et équipements, de manière bidirectionnelle. Ces données doivent servir efficacement les besoins du maître de l'ouvrage et des utilisateurs pour optimiser les coûts, le confort d'utilisation tout en maîtrisant les usages et consommations énergétiques. Ce processus de gestion de données pour l'exploitation et la maintenance assiste les prises de décision financière, la planification de l'exploitation à court et long terme, et la génération de planning opérationnel pour les équipes de maintenance. Ce processus peut également impliquer la Gestion des Actifs avec les maquettes numériques. Ce processus utilise les données pour alimenter un système de gestion de l'actif, dont l'objectif est de : • déterminer les incidences financières de la modification ou la mise à niveau des actifs de construction, • séparer les coûts des immobilisations à des fins fiscales financiers, • et maintenir une base de données complète et à jour qui peut produire la valeur des actifs d'une entreprise.

	Titre	Description succincte du processus, ses particularités et ses objectifs
18	**Gestion des espaces**	Un processus dans lequel la maquette numérique est utilisée pour répartir efficacement, gérer et suivre les espaces appropriés et les ressources connexes dans une installation. Ce processus permet d'analyser l'utilisation actuelle de l'espace, de planifier des transitions vers des changements applicables, gestion des emménagements et déménagements. Ce processus est alors particulièrement utile lors de la rénovation d'un projet où des segments de construction resteront occupés. La gestion de l'espace assure la répartition appropriée des ressources spatiales tout au long du cycle de vie de l'ouvrage. Usage BIM liés : Consolidation du DOE et DIUO, Gestion des ouvrages et équipements…
19	**Contrôle de conformité aux exigences réglémentaires à partir de la maquette numérique**	Processus dans lequel la maquette numérique est utilisée afin de contrôler si le projet conçu respecte des exigences, notamment celles contenues dans le programme du maître d'ouvrage (surfaces, courbes de visibilité de spectateurs, nombre de sièges, hauteurs minimales sous plafond, nombre de places de parking…) et/ou à des contraintes réglementaires (code d'urbanisme, accessibilité handicapés, sécurité incendie, etc.).
20	**Modélisation de conception**	Un processus par lequel une ou plusieurs solutions logicielles sont utilisées pour développer un modèle d'information de l'ouvrage en fonction des critères importants pour la traduction de la conception de l'ouvrage. Les outils de création créent des modèles tandis que les outils d'audit et d'analyse et de calculs ajoutent le niveau d'exigence de l'information du modèle requis pour le projet. La plupart des outils d'audit et d'analyse peuvent être utilisés pour la Revue de Conception et la Modélisation Analytique. Ce processus est une condition *sine qua non* à tous les autres processus d'Usage BIM.
21	**Modélisation des objets**	Un processus par lequel on intègre des familles de composants de types génériques et/ou de fabricants. Ces Objets serviront, dans les étapes du projet, à recueillir, de la part des Contributeurs, les valeurs d'exigences ou projets pour chacune des propriétés indexées. Ils serviront également dans ce même processus à définir les niveaux de détail attendus.
22	**Consultation, mise au point et passation des marches**	Processus par lequel la maquette numérique est exploitée pour la consultation des entreprises, l'établissement du marché de travaux et les propositions de variantes.
23	**Modélisation de la constructibilite des ouvrages**	Processus par lequel, en préparation de chantier, une solution logicielle 3D est utilisée pour développer un modèle d'information de l'ouvrage en fonction des critères pour la traduction de la constructibilité des ouvrages.

© buildingSMART France – Mediaconstruct – Tous droits réservés

Références et sources d'inspiration

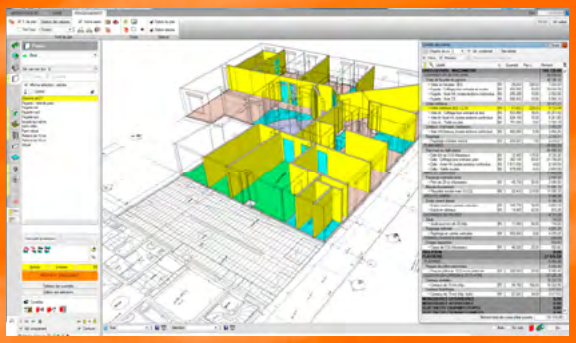
Les recommandations de ce guide émanent de l'expérience et l'expertise des auteurs et des publications suivantes :

- L'ensemble des travaux du © The British Standards Institution
- L'ensemble des travaux de l'AFNOR, CEN et ISO (CEN BT WG 215 BIM, CEN/TC 442 – Building Information Modelling (BIM), CEN/TC 442/WG 2 – Exchange information, CEN/TC 442/WG 3 – Information Delivery Specification, ISO 19650-1 & ISO 19650-2…)
- L'ensemble des travaux des groupes de travail de buildingSMART International (ISO 29481-1 & 2 – IDM Information Delivery Manual, ISO 16739 – IFC Industry Foundation Class, BCF BIM Collaboration Format, ISO 12006-3 buildingSMART Data Dictionary – IFD International Frameworks for Dictionaries – MVD Model View Definitions…)
- L'ensemble des travaux des groupes de travail de buildingSMART France-Mediaconstruct (Guide de méthodologique pour des conventions de projets en BIM – buildingSMART France, 2016…)
- L'ensemble des travaux sous l'égide du PTNB (BIM et maquette numérique : guide de recommandations à la maîtrise d'ouvrage. MIQCP…)
- Charte BIM de la Société du Grand Paris
- L'ensemble de travaux de MINnD
- Les travaux du CRB et de la SIA (Suisse)
- L'ensemble des travaux du Computer Integrated Construction Research Programm de PennState University (The Use of BIM, Pennstate BIM Execution Plan Guide Classifying and Selecting BIM Uses, Version 0.91, October 2013)
- Guide d'application BIM et autres travaux du CRTI-B (Centre de Ressources des Technologies et de l'Innovation pour le Bâtiment), Luxembourg, http://www.digitalbuilding.lu/guide-application-bim
- Travaux du CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction), Belgique, https://www.bimportal.be/fr/
- Manuel pour l'introduction du « Building Information Modelling (BIM) » par le secteur public européen – EUBIM Taskgroup http://www.eubim.eu/handbook-selection/french-handbook/

Ces documents, parmi de nombreux autres, ne sont qu'une source d'inspiration. Bien qu'utilisés dans d'autres pays, ils ne sont pas, dans la plupart des cas, applicables tels quels en France.

Quantitatifs, Estimatifs et Descriptifs depuis la Maquette Numérique

Un même logiciel, 3 scenarios possibles :

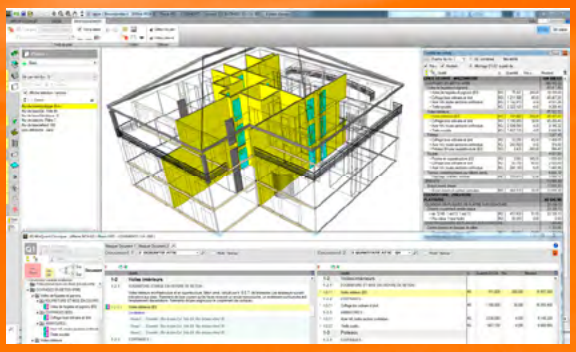


Saisie de la maquette

Saisie à partir de fichiers PDF, DXF, DWG ...

Renseignement de cette maquette :

- Génération des quantitatifs, estimatifs et CCTP liés
- Visionneuse 3D indépendante des DQE et/ou CCTP
- Export IFC de la maquette renseignée

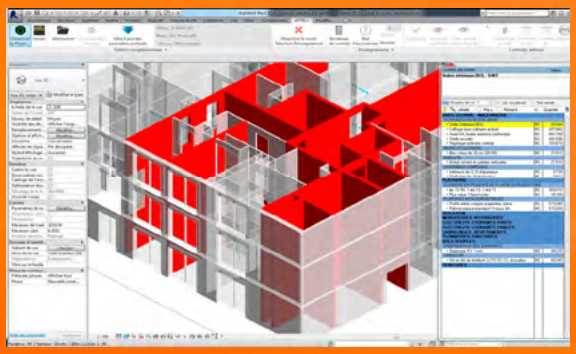


Open BIM Import / Export fichiers IFC

> ***Revit***, *Archicad, All Plan, ...*

- Pas de ressaisie du projet
- Ajouts, modifications ou adaptations possibles du projet
- Comparaison de maquettes de différentes versions
- Entre 2 versions : mise à jour auto des renseignements
- Confort de travail optimal et optimisation des temps d'études
- Visionneuse interactive indépendante

> **Export IFC de la maquette renseignée** (BIM niveau 2)



Plug-in REVIT :

- L'ensemble des fonctionnalités ATTIC+ directement intégrées à l'interface REVIT : le meilleur des deux environnements autour d'une même maquette. Enrichissement automatique du modèle Revit (BIM niv. 3 ...)

BIM

> Nouveau : *BimCHANT*

Gestion 3D des chantiers à partir de la maquette : Exploitation pour les commandes, approvisionnements, ouvrages exécutés, situations, etc...

BimATTIC : Visionneuse IFC interactive gratuite

www.attic-plus.fr
Siège (92) : paris@attic-plus.fr
+33 (0)1 46 05 01 71

AUTODESK. Authorised Developer

ATTIC+

buildingSMART® France Mediaconstruct

www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr | twitter : @buildingSMARTfr

Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables

ACCA SOFTWARE

ARCHIMEN INGÉNIERIE

ATTIC+

BIMWORLD PARIS