

1 BIM : principes, applications et notions ... Pour les TEB

1.1 Préambule

Le BIM (Building Information Modelling) est un processus (workflow) qui s'appuie sur une maquette numérique 3D commune.

Il met à la disposition des acteurs d'un projet les informations et outils nécessaires à son bon déroulement.

Par l'amélioration du partage d'information, tous les aspects du projet : planification, conception, construction et gestion du bâtiment ou de l'infrastructure gagnent en efficacité.

Pour cela, toutes les données pertinentes sont modélisées dans la maquette numérique. Métrés, chiffrages, plans et modèles de calcul peuvent être générés à partir cette maquette.

Quelles que soient les modifications appliquées au modèle, toutes les vues, listes ou autres représentations de l'objet modifié sont automatiquement ajustées.

Le BIM devient inévitable si l'on veut augmenter son efficacité. Tentons d'en approcher les contours pour mieux en cerner les forces et les points améliorables :

- Au-delà des *principes* du BIM que nous aborderons dans la partie Mise en route,
- Nous verrons comment les *appliquer concrètement* dans la partie Usages,
- Puis nous évoquerons des *notions* plus générales ainsi que certaines *références* dans la partie **Pour aller plus loin**

1.2 Objectifs

À l'issue de la lecture de ces informations, vous *devriez* être en mesure de :

=== "Compréhensions" * [x] discerner les priorités de l'approche BIM d'un projet * [x] faire la différence entre un *modèle 3D* et une *maquette BIM* * [x] savoir enfin ce que veut dire l'acronyme **BIM**

=== "Pratiques" * [x] adapter l'outil de "DAO" au but à atteindre * [x] savoir s'entourer de *l'écosystème logiciel* adapté au(x) besoin(s) du projet (compétences internes, pratiques du collège de MOE réuni à cette occasion, préférences du client ...) * [x] mieux cerner vos limites dans le domaine du BIM ... et le travail de formation à accomplir pour développer vos compétences! :smile:

=== "Compétences" * [x] gagner en compétences dans ce nouveau domaine qui semble-t-il doit devenir important ... * [x] faire le tri entre l'accessoire et l'essentiel ... * [x] mettre le pied dans ce nouveau monde ...

1.3 Version PDF

L'ensemble de ce site est accessible au format PDF, pour impression, en cliquant sur ce lien : [TEBIM](#)

1.4 Licences

!!! warning "Copy it right !" L'ensemble du contenu de ce site est couvert par les 2 licences ci-dessous :arrow_down:

1. CC-BY-NC-SA (texte complet - EN) résumé ci-dessous :
 - Vous êtes autorisé à :
 - **Partager** — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats
 - **Adapter** — remixer, transformer et créer à partir du matériel
 - Selon les conditions suivantes :
 - **Attribution** — Vous devez créditer l'oeuvre, intégrer un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été effectuées à l'oeuvre. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens raisonnables, sans toutefois suggérer que l'Offrant vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son oeuvre.
 - **Pas d'utilisation commerciale** — Vous n'êtes pas autorisé à faire un usage commercial de cette oeuvre, tout ou partie du matériel la composant.
 - **Partage dans les mêmes conditions** — Dans le cas où vous effectuez un remix, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'oeuvre originale, vous devez diffuser l'oeuvre modifiée dans les même conditions, c'est-à-dire avec la même licence avec laquelle l'oeuvre originale a été diffusée.
 - **Pas de restrictions complémentaires** — Vous n'êtes pas autorisé à appliquer des conditions légales ou des mesures techniques qui restreindraient légalement autrui à utiliser l'oeuvre dans les conditions décrites par la licence.
2. GNU Free Software Foundation (texte complet - EN)

2 Comment faire pour me mettre au BIM ?

Il faut regarder vos applications métier pour voir si elles vous permettent de faire du BIM. Selon les informations dont vous avez besoin pour travailler, peut-être serez-vous amené à changer d'outil, voire d'**équipement informatique**. Il faudra alors prévoir de **vous former** pour tirer le meilleur parti de l'outil. Mais faire du BIM, c'est aussi **adapter ses méthodes de travail**, voire son organisation interne. Mettre en place et tester les nouveaux flux de travail, créer des chartes ou encore des gabarits, définir le rôle de chacun sont autant d'actions possibles à mener.

Selon les retours de plusieurs professionnels, la **baisse de rendement** avoisinerait les 30 % sur une période de trois à six mois. Il faut aussi prévoir du temps pour vos formations et la mise en place de la nouvelle organisation. Mais ensuite, **l'augmentation de la productivité** est au rendez-vous, le gain de temps généré permettant de mieux se **concentrer sur l'expertise métier** de chacun. En outre, l'entreprise – qui a ainsi **modernisé son image** – dispose désormais d'un **nouvel argument de vente et de recrutement** pour attirer des jeunes.

Tout cela suppose évidemment de prendre le temps de **définir la transformation digitale** la plus adaptée et de déterminer les processus convenant au mieux aux habitudes de travail de votre entreprise. **L'implication de la direction** est donc essentielle. Il est recommandé d'échanger avec des confrères et des professionnels qui ont franchi le pas pour partager les bonnes pratiques. Il faut garder en tête que le BIM, c'est **20 % de technologie pour 80 % d'humain!**

First Term This is the definition of the first term.

Second Term This is one definition of the second term.

This is another definition of the second term.

Gone camping! :tent: Be back soon.

That is so funny! :joy:

3 Avantages BIM

Les avantages de la conception BIM sont multiples, pour tous les intervenants et à toutes les étapes d'un projet. Le BIM change la façon de travailler des maîtres d'ouvrage, architectes, ingénieurs et entrepreneurs. Il leur permet de collaborer et d'ajouter des informations pertinentes très tôt dans le projet, lorsque les modifications n'ont pas encore de conséquences financières graves. Grâce à la réalisation d'un prototype ou une représentation virtuelle de ce qui va être construit, le BIM permet à un bâtiment d'être construit, testé et analysé en temps réel avant même le premier coup de pioche. Grâce au BIM, il est possible de réaliser des bâtiments qui consomment moins d'électricité, sont chauffés et climatisés plus efficacement, et protègent mieux leurs occupants. Répartie en différentes catégories, voici la liste des principaux bénéfices liés à une conception BIM.

3.1 Avantages pour les maîtres d'ouvrage et les développeurs

- Durant les études de faisabilité et la conception, l'extraction des quantités du modèle virtuel BIM permet de vérifier très tôt si un projet respectera les critères financiers et les délais de construction.
- Le modèle virtuel 3D aide à la vérification des critères fonctionnels et environnementaux d'un projet. Il en découle une amélioration de la qualité des bâtiments. Cela est primordial quand on sait que l'utilisation d'un bâtiment représente 80% du coût total d'un bâtiment, y compris sa construction.
- Une meilleure collaboration entre les intervenants permet une meilleure compréhension des critères du projet
- Une estimation du coût en temps réel permet de vérifier immédiatement les incidences budgétaires des modifications de conception.

3.2 Avantages pour les bureaux d'études, architectes et ingénieurs

- Le modèle virtuel 3D conçu avec un logiciel BIM permet d'effectuer des visualisations précises à toutes les étapes du projet, et est automatiquement consistant dans toutes les vues.
- Le modèle composé d'objets paramétriques ne comportera pas d'erreur de géométrie, notamment suite à une modification.
- Les logiciels BIM permettent à tout instant de générer des plans 2D, consistants entre eux, qui reflètent parfaitement le modèle virtuel à cet instant.
- La collaboration entre les intervenants est facilitée grâce à l'utilisation d'un même modèle 3D, simultanément ou non.
- Le modèle virtuel BIM permet la vérification du respect des normes en vigueur et des critères du projet tant au niveau quantitatif que qualitatif.
- Les quantités et coûts de construction peuvent être extraits en temps réel, à tout moment durant la conception. Cela permet d'avoir un retour immédiat sur les conséquences budgétaires d'une modification ou d'une variante.

- Les analyses et simulations des performances énergétiques et environnementales d'un bâtiment peuvent être réalisées très tôt dans l'étude, ce qui fournit l'opportunité de corriger la conception au besoin.

3.3 Avantages lors de la construction et la fabrication, entrepreneurs et fabricants

- Le modèle 3D est la source de tous les dessins, ce qui permet donc d'éliminer toutes inconsistances entre eux.
- Découverte des erreurs et omissions avant le début des travaux. Les modèles provenant de toutes les disciplines peuvent être assemblés et vérifiés pour les éventuelles interférences. Les conflits et autres problèmes de construction sont visualisés au stade des études et non sur le chantier.
- Grâce aux objets paramétriques du modèle virtuel, les modifications seront reportées en temps réel et leurs conséquences peuvent être visualisées.
- La conception et la construction peuvent être synchronisées grâce au 4D, qui ajoute la dimension temps au modèle virtuel 3D.
- Le modèle 3D permet l'extraction de tous les matériaux et ressources nécessaires à chaque étape du projet. Il est beaucoup plus facile de planifier les livraisons des matériaux et des équipements. Les commandes aux sous-traitants peuvent être effectuées avec plus de précision et en temps opportun.
- Le modèle 3D permet une plus grande précision de fabrication.

3.4 Avantages post construction pour les propriétaires et la gestion de patrimoine

- Toutes les informations collectées durant la construction peuvent être insérées dans le modèle 3D et remises aux propriétaires.
- Le modèle 3D remis est une source d'informations indispensables pour la gestion et l'opération des installations, ainsi que lors des travaux d'entretien. # Inconvénients BIM # Flux de production BIM # Le BIM au quotidien

3.5 Panorama actuel du BIM : faire le tri !

Le BIM, comme ensemble de diverses spécifications, méthodes, logiciels et livrables regroupe un grand nombre d'items, en France et ailleurs. Pour ne pas s'égarer, Il est nécessaire de faire le tri entre ceux que l'on peut considérer comme accessoire et ceux qui constituent l'épine dorsale du système BIM tel qu'appliqué dans notre contrée ...

Nous pouvons lister les items constitutifs d'une démarche BIM ainsi :

1. Spécifications
2. Méthodes
3. Logiciels

4. Livrables

4 Maquette BIM simple

5 Maquette BIM élaborée

6 Notions associées au BIM

6.1 Conventions BIM

6.2 Ce que le BIM n'est pas

Voici quelques idées reçues que l'on peut classer comme "fake news" :

6.2.0.1 Le BIM est une révolution ... Non, le BIM ne change rien au savoir-faire des hommes sur le terrain. C'est une évolution des pratiques métiers comme le passage de la planche à dessin à l'ordinateur. Le BIM n'est qu'un outil capable d'introduire un esprit collaboratif et constructif, qui permet de retrouver de la communication et de la transparence entre tous les acteurs. Un état d'esprit, en somme !

6.2.0.2 Le BIM est pour des opérations neuves ... Si l'on parle beaucoup de BIM pour la construction, il est également utilisé pour l'existant, pour des opérations de rénovation/réhabilitation, voire pour les monuments historiques !

6.2.0.3 Le BIM est pour les grandes entreprises ... Oui, mais pour les PME et TPE aussi ! Certes, plusieurs grands groupes ont ouvert la voie, travaillant à l'export et se devant d'être à la pointe. Il n'en reste pas moins que les petites entreprises – par leur souplesse et leur réactivité – semblent aussi aptes à passer au BIM.

Elles peuvent d'ailleurs profiter des logiciels (parfois les mêmes utilisés par les groupes) pour développer leur potentiel de réponses. Enfin, les majors pourraient plus facilement faire appel à des sous-traitants qui sont passés au BIM.

6.2.0.4 Le BIM est seulement pour des chantiers complexes ... L'ingénierie concourante permet de mieux faire face aux nombreux intervenants, et à la difficulté des simulations et des variantes à réaliser. C'est grâce à ce type d'opérations que le niveau 3 du BIM est expérimenté. Mais en réalité, on peut même faire du BIM pour des maisons individuelles ! Quelle que soit la taille du projet, il peut y avoir un intérêt de travailler en maquette numérique : aide à la vente, analyses énergétiques facilitées, correction des erreurs avant exécution, vérification de la constructibilité, mise en œuvre du chantier visualisé... # Qu'est-ce que le BIM?

6.3 Définition de l'acronyme "BIM"

Comme beaucoup d'autres termes dans des processus nouveaux, c'est l'anglais qui prédomine, particulièrement quand c'est proche de l'informatique ! Le terme *BIM* a d'abord été traduit, puis réutilisé, transformé ... En France, les professionnels s'entendent sur la définition suivante :

La lettre **B** couvre plusieurs significations :

- le mot *building* signifie **bâtiment** ou immeuble, mais le BIM ne se limitant pas aux bâtiments, on peut aussi traduire *building* par
- construction, édifice, **structure** et **ouvrage**. Cela permet de ne pas limiter le BIM à l'acte de construire mais de couvrir l'ensemble du cycle de vie : de la programmation au démantèlement, en passant par la conception, la construction, les essais, l'exploitation, la maintenance et le maintien en condition opérationnelle.

La lettre **I** signifie **Informations**, ou s'agissant d'un processus digital ou numérique, il est possible de traduire le mot Information par **Données**. Il est utile de préciser que le BIM étant un processus intégrant l'échange de données et devant assurer la continuité numérique quels que soient les logiciels utilisés, ces données sont interopérables et structurées selon des relations entre elles.

Enfin, le **M** reflète trois mots importants et indissociables du BIM :

=== "Modeling" BI *Modeling* : Cela correspond au *processus* mis en place pour échanger les maquettes correctement, organiser les informations, définir les environnements numériques de travail, etc. Sur un projet, vous retrouverez notamment ces éléments dans la *Convention BIM*. Le *processus* définit les modalités d'échange et de modélisation, les responsabilités de chacun, l'environnement dans lequel échanger, et les flux de travail.

=== "Model" BI *Model* : Il s'agit de la *maquette numérique*. En France, le terme maquette numérique est issu des industries aéronautique et automobile. La *technologie* regroupe tout ce qui concerne la maquette numérique, la modélisation et les outils numériques.

=== "Management" BI *Management* : Le BIM Management *encadre, vérifie et gère* les processus et les maquettes numériques. La *stratégie* correspond au management des deux premiers piliers du BIM.

B	I	M
<i>Building</i>	<i>Information</i>	<i>Model, Modeling, Management</i>
Bâtiment, Construction, Structure, Infrastructure, Ouvrage	Informations, spécifications, données structurées, Base de donnée relationnelle, échange de données, standards, numérique	Maquette, Modèle, Modéliser, Organiser, Agencer, Gestion, Pilotage, Coordination

Il y a beaucoup d'autres acronymes provenant de l'anglais car le BIM fait appel à nombre de concepts informatiques ... et parce que les anglophones s'y sont intéressés en premier ... Heureusement que l'anglais technique reste compréhensible !

6.4 Ce qu'est le BIM

Le BIM se définit à la fois comme :

- un **processus** de structuration, de création, de production, d'échange, d'intégration, d'analyse, de gestion, de visualisation et d'exploitation de données
- un **modèle** informatique d'un ouvrage bâti (pouvant tenir dans un seul fichier numérique, lequel comprend toute l'information technique nécessaire à sa conception, sa construction, les opérations préalables à sa recette (intégration, essais, vérifications, certification), son entretien, ses réparations, d'éventuelles modifications ou agrandissements et sa déconstruction). Le fichier n'est pas qu'un catalogue d'objets positionnés dans l'espace ; il comprend aussi une description des relations entre objets et de leurs propriétés (par exemple : jonctions de murs, type d'ouverture ou de traversée d'un mur ou d'une dalle et ruptures de pont thermique)

C'est **une méthode de conception** qui tente de réunir l'ensemble des informations d'un projet dans un seul fichier : la maquette numérique. On peut résumer l'approche BIM, à un modèle 3D « enrichi » avec une base de données relationnelles non géométriques (coûts, spécifications thermiques ou phoniques, autres spécifications pour maintenance, etc.). L'ensemble modèle 3D + base de donnée qui constitue la maquette 3D doit servir à l'ensemble des acteurs de l'acte de construire, que cela soit le client (MOA), les concepteurs (« collège » MOE : architecte, ingénieurs, contrôleurs), les constructeurs (entreprises de gros-oeuvre, second-oeuvre et lots techniques), la maintenance, ... et la déconstruction en fin de vie de l'ouvrage.

Le caractère général de l'approche BIM d'un projet (il s'applique à tous et à toutes les phases) impose que chacun respecte les mêmes règles (chartes et protocoles). Cela fédère tous les intervenants au sein d'un démarche collaborative qui sera, espérons-le, vertueuse...

Le BIM capitalise les informations à chaque étape de la conception. Et une bonne partie de ces informations sont rassemblées dans la maquette (forme et matériaux, calculs énergétiques (chauffage, climatisation, ventilation), aérauliques, hydrauliques, électriques, radio et télécommunications, levage, emplacement des équipements, alarmes et sécurité, maintenance, etc.). La maquette voit le jour entre les mains de l'architecte. Elle est ensuite rendue accessible aux différents bureaux d'études dans le but d'être complétée voire modifiée techniquement. À ce stade, la maquette sera le plus souvent divisée sous la forme de plusieurs maquettes « métier » (une maquette structure, une maquette fluides...). Ces maquettes métiers sont ensuite fusionnées dans une « master maquette » pour détecter et résoudre les conflits éventuels (réseaux en interférence par exemple). Ce travail d'assemblage et d'analyse des conflits se nomme la « synthèse ». Ainsi conçue, la maquette sert à produire les plans d'exécution qui seront diffusés au chantier. Les entreprises de construction utilisent également la maquette pour réaliser leurs métrés, planifications ou phasages. Durant les travaux, la maquette est maintenue à jour par les concepteurs et les constructeurs de sorte qu'à la fin du chantier,

« l'avatar du bâtiment » est exactement conforme à l'ouvrage tel qu'il a été construit. Cette maquette, livrée au Maître d'Ouvrage avec les clés de son bien lui donne la possibilité de gérer informatiquement son bâtiment, dans le but de réaliser des travaux ultérieurs, de gérer son patrimoine, d'intégrer des systèmes domotiques ou de réaliser diverses simulations (ensoleillement, flux, acoustique...). La maquette numérique est en quelque sorte le « dossier médical personnel » d'un bâtiment, utile jusqu'à sa fin de vie, où elle permet d'anticiper la présence de certains matériaux ainsi que de les localiser et les quantifier. Le BIM est donc une transposition dans le monde la construction de processus de construction qui existent dans tous les secteurs industriels tels que l'aéronautique ou l'industrie automobile. C'est en cela que l'adoption du BIM est comparable à une révolution industrielle.

6.5 Ce que n'est pas le BIM

- **Le BIM n'est pas un logiciel :**

Le BIM est un processus, une façon de travailler en collaboration autour d'un projet de construction. On parle à tort de « logiciels de BIM », ce qui ne veut rien dire. On devrait parler de « logiciels de dessin de maquette numérique compatibles avec un processus BIM » ou de « logiciels capables d'interpréter une maquette numérique » dans le cas de logiciels satellites servant à réaliser des simulations. Cette erreur provoque de grosses incompréhensions lorsque l'on commence à peine à se documenter sur le BIM.

- **BIM et maquette numérique ne sont pas la même chose :**

La maquette numérique est le socle commun d'un processus BIM. Elle est le point nodal d'une collaboration centralisée autour d'elle. Il peut y avoir une maquette numérique sans processus BIM, mais il ne peut pas y avoir de processus BIM sans maquette numérique...

- **Le BIM n'est pas encore mature :**

Le concept de la maquette numérique existe depuis 1997, créé à l'époque par Nemetschek, éditeur du logiciel Allplan, et portant à l'époque le nom de O.P.E.N. (Object-oriented Product Model Engineering Network). 20 ans après, on pourrait s'attendre à ce que l'utilisation de la maquette soit plus répandue. Il aura en fait fallu attendre une décennie pour que dans les années 2007 certaines agences gouvernementales, notamment aux Etats Unis, imaginent d'autres possibilités liées à cette maquette. De là commença la gestation du BIM en tant que processus, pour finalement s'étendre aux autres pays modernisés moins d'une décennie plus tard, fort d'expériences sur des chantiers ayant permis de renforcer l'idée que ce processus est viable et sait se montrer opérationnel.

Mais malgré ces années de gestation, le BIM est encore tout jeune. Il a appris à marcher, mais il va maintenant devoir apprendre à monter une pente bien plus raide en s'attaquant à des pays comme la France où les métiers du bâtiment sont très cloisonnés et n'ont pas appris à travailler en mode collaboratif, contrairement aux pays leaders en matière de BIM où la notion de « cellule projet

» trouve tout son sens.

- **Le BIM n'est pas une solution miracle contre les mauvais professionnels :**
Les erreurs de conception telles qu'on les connaît seront toujours présentes. L'avantage avec la maquette est que vous pourrez plus facilement vous rendre compte de certaines incohérences. Etant donné que tout est dessiné en 3D dans un modèle unique et que, depuis ce modèle 3D, sont générées les vues 2D (plans d'étages, coupes, façades), le risque d'incohérence 2D/3D est absent (sauf à modifier manuellement le résultat 2D obtenu, mais là on entre dans un niveau supérieur de bêtise humaine pour lequel je n'ai pas de réponse !). Il y aura donc moins de chances de vous trouver en présence de la fameuse et courante erreur du « plan de niveau qui compte 5 fenêtres alors qu'il y en a 6 sur la façade ». Même si les logiciels de modélisation 3D sont de plus en plus « intelligents », ils ne remplaceront jamais l'expertise et la vraie intelligence humaine. Une maquette, aussi précise soit elle, pourra parfois être inexploitable ou irréalisable sur le chantier si le concepteur a mal travaillé.

??? info "Statut"

=== "Avancement"

- * ☐ 0 %
- * ☐ 25 %
- * ☒ 50 %
- * ☐ 75 %
- * ☐ 100 %

=== "Conception"

- * ☐ à définir
- * ☒ à améliorer
- * ☐ terminée

=== "Réalisation"

- * ☒ initiée
- * ☐ REX
- * ☐ modifiée

=== "Déploiement"

- * ☒ en attente
- * ☐ à faire
- * ☐ fait

7 Convention BIM

7.1 Différence entre maquette numérique et démarche BIM

Souvent utilisés comme synonymes, “Maquette numérique” et “BIM” renvoient en réalité à deux notions distinctes. La maquette numérique est un outil de représentation virtuelle. Véritable clone du bâtiment, elle contient l'ensemble des données et des détails du projet (la modélisation géométrique comme les informations et caractéristiques des matériaux, les équipements, les espaces, etc.).

Le BIM renvoie, lui, à un processus collaboratif de gestion du projet visant l'échange et l'enrichissement de la maquette numérique par les acteurs du projet. S'il est possible de concevoir une maquette numérique sans même travailler en BIM1, l'inverse est impossible. La finalité du BIM est la production d'une maquette numérique par la collaboration entre les intervenants.

7.2 Définition du terme Convention BIM

La *convention BIM* peut être définie comme l'ensemble des procédures collaboratives, la marche à suivre par tous les intervenants pour produire, calibrer, valider et transmettre les données constitutives de la maquette. Elle encadre donc les procédures d'échanges entre les acteurs de la maîtrise d'œuvre et clarifie leurs missions respectives et périmètre d'intervention avec son tableau de répartition des tâches. Elle définit le niveau de détail et de renseignement souhaité de la maquette pour chaque étape : avant-projet sommaire (APS), avant-projet définitif (APD), étude de projet (PRO), etc.

Il ne s'agit ni plus ni moins que d'une convention classique, restreinte aux acteurs de l'opération, orientée spécifiquement sur les aspects numériques du projet.

La convention BIM est parfois aussi appelée “*Protocole BIM*”. Cosignée par les acteurs de la maîtrise d'œuvre et adossée au contrat de maîtrise d'œuvre, la convention BIM est un document contractuel opposable. Elle peut être, pour information du maître d'ouvrage, annexée au contrat principal de maîtrise d'œuvre.

7.3 Rédaction d'une convention BIM

Sa rédaction incombe au partenaire du projet qui assure la mission de BIM Management. Revendiquer la mission de BIM Management, c'est donc être en capacité de rédiger une convention BIM puis de l'appliquer, c'est-à-dire d'organiser le déroulement BIM du projet, et les modalités précises de collaboration entre ses acteurs.

La convention BIM est souvent établie au moment de l'APS, lorsque le travail de l'équipe prend forme, mais elle peut ensuite évoluer en fonction de la vie du projet et de l'équipe. La convention BIM de conception devra par exemple être mise à jour pour la phase de réalisation. Elle devra pour cela intégrer les modes de dévolution des marchés et d'allotissement, les missions EXE, VISA, SYNTHÈSE, les livrables finaux (DOE numérique, maquette d'exploitation maintenance).

La convention BIM doit être accessible à tous les acteurs du projet. C'est pourquoi, elle doit être déposée sur la plate-forme de travail collaboratif ou de gestion électronique des documents (GED) utilisée pour le projet.

7.3.1 Contenu minimal d'une convention BIM

A minima, la convention BIM doit spécifier :

- la nature, la durée de l'opération et la liste des acteurs intervenant dans le projet (avec notamment les intervenants en charge du BIM : BIM management, coordinateurs, référents, AMO...)
- la liste par acteur de tous les logiciels utilisés (avec leurs versions)
- la liste des usages BIM : processus d'enrichissement de la maquette par les acteurs (modélisation des informations, coordination 3D, extraction des valeurs significatives, planification, estimation, certification environnementale)

7.3.2 Contenu détaillé d'une convention BIM

Cette trame pourra être utilisée dans son intégralité ou par partie en fonction de la taille et de la complexité du projet.

1. Procédure d'élaboration de la convention
 - Élaboration
 - Consultation pour acceptation
 - Diffusion pour exécution
 - Mise à jour
 - Version
 - Documents de référence
 - Durée
2. Objet de l'opération
 - Nom du maître d'ouvrage
 - Programme
 - Budget
 - Lieu
 - Planning
3. Objet de la convention/contrat/avenant
 - Place dans la hiérarchie des documents entre l'acte d'engagement et les CCTP
 - Confidentialité
4. Objectifs du maître d'ouvrage
 - Objectifs fondamentaux du BIM et niveau de BIM
 - Objectifs prioritaires
 - Objectifs secondaires
5. Entité chargée du Management/Coordination BIM
 - Rôle
 - Missions
 - Honoraires

- Limites
- 6. Listes des intervenants sur la maquette numérique : missions et contrats (ceux qui participent à la conception de la maquette numérique et ceux qui donnent uniquement de l'information)
 - MOE.
 - Rôle et responsabilités des intervenants
- 7. Liste des usages BIM
 - Description du processus BIM
 - Liste des acteurs du processus
 - Modalités d'exécution du processus BIM pour chaque acteur
 - Synoptique (si besoin)
 - Résultat attendu du processus
- 8. Liste des outils informatiques de chaque intervenant
- 9. Procédures de collaboration et infrastructure informatique par acteur
 - Solutions logicielles (noms et versions)
 - Stratégie de collaboration
 - Bibliothèque générale
 - Organisation des modèles
 - Liste des modèles par spécialité
 - Procédures de mise à jour des logiciels
- 10. Environnement commun de données
 - Gestion du fichier de référence
 - Synthèse
- 11. Niveau de définition par mission/phase (LOD/LOI)
 - Définition du contenu des modèles par phase
 - Usage de l'information des modèles par phase
 - Méthodes de modélisation et de diffusion de l'information : Modèle Vs Détail
- 12. Définition des livrables par phase
 - Liste des livrables par phase et par contributeur
 - Formats/modalités de remise des livrables
- 13. Organisation des échanges/Processus BIM
 - Modalités
 - Format
 - Calendrier
 - Fréquences
 - Intégration des éléments graphiques, des données, des commentaires, etc. (Préciser les formats d'export et d'import de chacun des logiciels utilisés par les partenaires de la MOE. S'assurer que les données échangées ne soient pas uniquement lisibles mais aussi exploitables)
 - Codification des noms de fichiers
- 14. Procédures d'échange, synchronisation, synthèse des maquettes
- 15. Procédures de suivi des modifications, validation, traçabilité, alertes
- 16. Revue de maquette
- 17. Contrôle de qualité
 - Unités, précision et tolérances

- Structuration de la donnée (IFC, Cobie...)
- Résultats des processus d'usage BIM
- 18. Mesures en cas de non-respect des termes de la convention
 - Procédures d'avertissement
 - Modalités de substitution
 - Pénalités
- 19. Droits d'auteur et de reproduction liés à la ou aux maquettes numériques

7.4 Ressources complémentaires (fichiers exemples)

Vous trouverez ci-dessous diverses spécifications BIM (indifféremment dénommées *Chartes*, *Conventions* ou *Protocoles*), appliquées à différentes échelles (état, province, client grand compte ou méta-projet)

!!! info Les liens ci-dessous s'ouvrent dans un nouvel onglet

- Protocole BIM Belge (85 p.)
- Protocole BIM de l'université de l'Ohio (29 p.-EN)
- Charte graphique de la région Rhône Alpes (17 p.)
- Charte BIM de la Société du Grand Paris (37 p.) # Niveaux BIM

7.5 Niveaux de collaboration

7.5.1 Niveaux 0 et 1 : BIM isolé

Entre le niveau 0 et le niveau 1, il n'y a pas de réel changement de méthode de travail entre les différents acteurs. Ce qui change, ce sont les supports d'échanges.

- Dans le **niveau 0** (= pas de BIM), ce sont principalement des échanges de papiers électroniques (PDF).
- Au stade du **niveau 1** (= pratique courante), chacun réalise des maquettes numériques pour ses propres besoins, mais les maquettes ne sont pas échangées. Les échanges les plus courants sont issus des maquettes "personnelles", les plus souvent sous la forme de fichiers informatiques 2D.

Les échanges s'effectuent souvent par mail au format .dwg, il peut y avoir une plateforme commune de partage-échange de fichiers. Une collaboration nécessaire s'effectue entre les acteurs travaillant en 2D-3D (unités, points d'insertion, calques, ...). Cette collaboration est gérée au mieux dès le début au travers d'une charte, dictée par le client si c'est un acteur majeur (EDF, SNCF, ...), ou dictée par le collègue de MOE si le projet est important (Grand Paris Express)

7.5.2 Niveau 2 : BIM collaboratif

À partir de ce **niveau 2** (=début du BIM) de maturité, ce sont les méthodes de collaboration qui commencent à se transformer.

Chaque acteur peut créer sa maquette numérique en 3D contenant uniquement ses propres données. L'un des acteurs, souvent le BIM Manager, réunit les différentes maquettes de chaque acteur et vérifie l'absence de conflits.

Le BIM de niveau 2 est aujourd'hui le plus commun. Il est même imposé dans certains pays, comme au Royaume-Uni pour les marchés publics depuis 2016.

7.5.3 Niveau 3 : BIM intégré

À ce stade **niveau 3** (= "full" BIM), il n'y a plus d'échanges de différents fichiers mais une vraie collaboration continue entre les intervenants. Les acteurs travaillent sur une **maquette numérique unique**, et ils peuvent le faire en même temps. On a donc un processus collaboratif en temps réel.

Ce niveau de collaboration demande de la part de tous les acteurs d'adopter une même méthode de travail rigoureuse. Les accès et autorisations à une **plateforme commune** doivent être parfaitement gérés et planifiés.

La maquette « unique » est hébergée sur un serveur, en local, chez un hébergeur (OVH, etc.), ou dans le cloud pour plus de sécurité (cloud = réplication de multiples serveurs). Chaque corps de métier peut travailler en simultané et en temps réel. Aujourd'hui, certaines technologies permettent d'avoir une maquette « centrale » sur un serveur et des « sous-maquettes » par corps d'état. Ces sous-maquettes peuvent ensuite être synchronisées et venir enrichir la maquette centrale.

Ce niveau n'est que très rarement déployé, car même si certains aventuriers :muscle: :alien: tentent de s'y frotter. :metal:, cela reste "compliqué" à mettre en oeuvre ! :pirate_flag:

7.6 Niveaux de détail

Le BIM ne remet pas en cause l'existence des phases de maturation d'un ouvrage. Aussi, au même titre que les plans 2D devenaient de plus en plus fournis et précis au cours des différentes étapes de la conception, la maquette va également suivre une évolution en « plusieurs passes » venant nourrir la maquette.

Le Niveau de détail de la maquette dépend de la phase du projet dans laquelle vous vous trouvez. Internationalement les différents niveaux de détails suivants (appelés **LOD** de l'anglais Level of Detail) ont été adoptés :

LODs maquettes

En termes généraux :

- LOD 100 (idée) = il y a quelque chose
- LOD 200 (esquisse) = il y a quelque chose de cette taille
- LOD 300 (documentation) = il y a quelque chose de cette taille avec ces fonctions et options
- LOD 400 (réalisation) = c'est cette chose particulière

- LOD 500 (exploitation/maintenance) = cette chose particulière a été construite par un tel à cette date

Les niveaux de détail d'une maquette sont confondus avec les niveaux de développement d'un projet. Cela rejoint le principe de la loi MOP pour les éléments de mission de MOE en phases : ESQ(DIA)-AVP(APS-APD)-PRO(PC)-ACT-EXE(VISA)-DET(OPC)-AOR

7.6.1 LOD 100

Les éléments du modèle peuvent être représentés par un symbole ou de manière générique. Les informations contenues dans les éléments peuvent provenir d'autres éléments.

Par exemple, l'ouvrage n'est qu'un volume sommaire. **Ce niveau est comparable à l'esquisse.** Il permet déjà de réaliser des simulations d'encombrement et d'aménagement des locaux

7.6.2 LOD 200

Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière générique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations des éléments peuvent être approximatives.

Par exemple, le poteau devient un ouvrage ayant des caractéristiques mécaniques sommaires mais suffisantes pour réaliser des calculs d'efforts et de dimensionnement.

7.6.3 LOD 300

Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments.

Par exemple, le poteau est clairement identifié, il possède des dimensions précises et est associé à un modèle précis de profilés métalliques existants dans le commerce.

7.6.4 LOD 350

Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments. Les éléments interagissent avec les autres éléments.

Par exemple, les détails d'assemblage sont à l'étude, ils permettent déjà de consulter des entreprises et l'établissement de devis, mais se sont pas assez aboutis pour être utilisés en exécution.

7.6.5 LOD 400

idem LOD 350 mais avec en plus les informations sur le détail, la fabrication, l'assemblage et l'installation sont contenues dans les éléments.

Par exemple, le niveau de construction est suffisamment détaillé et documenté pour servir à lui seul de base au chantier pour réaliser les travaux.

7.6.6 LOD 500

idem LOD 400 mais tel que construit et vérifié sur place, correspond à la maquette numérique DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés), livrée au client et qui lui sert de base pour l'exploitation de son bâtiment en tant qu'« avatar réaliste ».

À noter que des informations non graphiques peuvent être attachés aux éléments à tous les niveaux.

7.6.7 LOD d'un composant

Ici ce sont plus de **niveaux de détail** que des *niveaux de développement d'un projet*

Appliqués à un mobilier, ces niveaux de détails trouvent une définition assez semblable.

LOD composants

Ainsi pour cette chaise de bureau, les niveaux de détails seraient :

- LOD 100 (concept) = il y a une chaise
- LOD 200 (volumes) = il y a une chaise qui a un volume requis de 450x700x1100
- LOD 300 (documentation) = il y a une chaise de 450x700x1100 avec des accoudoirs et des roues
- LOD 400 (construction) = toutes les cotes, détails, assemblages permettant de réaliser cette chaise
- LOD 500 (exploitation/maintenance) = chaise de marque ..., modèle numéro ..., vendue par ..., achetée le ..., à remplacer le ..., résistance au feu ...

7.7 Ressources supplémentaires

Une spécification complète (PDF de 400 p.(EN) + tableau Excel) est disponible au téléchargement :

- :fontawesome-solid-download: spécifications LODs :fontawesome-regular-file-pdf:
- :fontawesome-solid-download: tableaux LODs :fontawesome-regular-file-excel:

7.8 BIM 2D, 3D, 4D, 5D, 6D, 7D & xD

À peine avons-nous eu le temps de nous faire à l'idée de passer de deux à trois dimensions, que déjà apparaissent une multitude d'autres "dimensions". Si pour la 2D et la 3D les choses sont suffisamment claires, que peuvent bien signifier les autres ? Afin de vous éclairer, voici une brève explication pour chacune de ces dimensions. Veuillez toutefois noter qu'à partir de la 6D l'industrie n'arrive pas à se mettre d'accord, vous trouverez donc d'autres définitions sur internet :

- **BIM 2D:**
Mais que vient faire la 2D dans le BIM ? Les **plans "papier"** ont encore quelques années devant eux. De nombreuses entreprises travailleront encore en 2D pour les années à venir et il faudra bien échanger avec elles.
- **BIM 3D:**
Les trois dimensions géométriques **X-Y-Z**. Sans elles le BIM ne serait pas. Elles permettent les visualisations, les détections d'interférence, la préfabrication, les relevés de l'existant, le calcul des quantités, la mise à jour automatique des coupes et détails, etc.
- **BIM 4D:**
Ajoute une donnée **"temps"** aux trois dimensions géométriques. Permet de lier les éléments géométriques avec une information "temps" ou un planning de construction, ce qui va permettre aux différents acteurs d'un projet de visualiser dans le temps la durée d'un événement ou la progression d'une phase de construction.
- **BIM 5D:**
Ajoute la donnée **"coût"** aux 4 dimensions précédentes. Permet de lier les éléments géométriques et la contrainte "temps" à un "coût" et ainsi estimer les coûts de construction ou obtenir un aperçu de la situation financière d'un projet à un moment donné.
- **BIM 6D:**
Traite de tout ce qui concerne le **développement durable** d'un bâtiment, par exemple les analyses énergétiques.
- **BIM 7D:**
Lie les éléments du projet à tous les aspects de la durée de vie du bâtiment. Généralement délivré à la fin de la construction, le modèle 7D **tel que construit ou DOE** contient toutes les informations nécessaires au propriétaire pour l'exploitation et la maintenance du bâtiment.
- **BIM xD:**
Le **x** représente ici toutes les données additionnelles imaginables qui pourraient encore venir s'ajouter aux autres dimensions. # Implication(s) du BIM au futur # Références BIM # Noms BIM BIM

7.9 et boum le bim!