

**MOA**

CH LE MANS

194 Av. Rubillard

72037 LE MANS Cedex 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CH LE MANS** |  | |
|  |  | |
| **Charte BIM** | |  |





**CHARTE BIM**

**CH LE MANS**

[1 - Objet du document 5](#_Toc184927970)

[1.1 - Définition du Cahier des Charges 5](#_Toc184927972)

[1.2 - Définition du projet 5](#_Toc184927973)

[1.3 - Niveaux de maturité BIM 5](#_Toc184927974)

[2 - Objectifs et usages BIM 6](#_Toc184927975)

[2.1 - Objectifs BIM 6](#_Toc184927976)

[2.2 - Usages BIM correspondants 6](#_Toc184927977)

[2.3 - Définition des cas d’usages BIM 7](#_Toc184927978)

[2.3.1 - Gestion des ouvrages et des équipements **(USAGE 18)** 7](#_Toc184927979)

[2.3.2 - Modélisation des données de conception **(USAGES 20A/20B)** 7](#_Toc184927980)

[2.3.3 - Modélisation du site – données existantes **(USAGE 3A)** 7](#_Toc184927981)

[2.3.4 - Production des livrables **(USAGES 6A/6B)** 7](#_Toc184927982)

[2.3.5 - Gestion des conflits **(USAGES 10A/10B)** 8](#_Toc184927983)

[2.3.6 - Revue de projet **(USAGES 5A/5B/5C)** 8](#_Toc184927984)

[2.3.7 - Définition et vérification du programme **(USAGE 1)** 9](#_Toc184927985)

[2.3.8 - Consolidation des DOE **(USAGE 16)** 9](#_Toc184927986)

[2.3.9 - Extraction des données et valeurs significatives **(USAGE 9)** 9](#_Toc184927987)

[2.4 - Usages BIM par phase 10](#_Toc184927988)

[2.5 - Contribution BIM par groupe d’acteurs 10](#_Toc184927989)

[3 - Acteurs 11](#_Toc184927990)

[3.1 - A l’échelle du projet 11](#_Toc184927991)

[3.2 - A l’échelle du processus BIM 12](#_Toc184927992)

[3.2.1 - MOA 12](#_Toc184927993)

[3.2.2 - AMO BIM 12](#_Toc184927994)

[3.2.3 - BIM Manager 12](#_Toc184927995)

[3.2.4 - BIM Coordinateur 13](#_Toc184927996)

[3.2.5 - BIM Modeleur 13](#_Toc184927997)

[3.3 - Utilisation du BIM par métier 14](#_Toc184927998)

[4 - Maquettes numériques 15](#_Toc184927999)

[4.1 - Géoréférencement 15](#_Toc184928000)

[4.2 - Maquettes du projet 15](#_Toc184928001)

[4.3 - Arborescence 16](#_Toc184928002)

[4.4 - Processus collaboratif autour de la maquette 16](#_Toc184928003)

[4.4.1 - Stratégie 16](#_Toc184928004)

[4.4.2 - Plateforme 17](#_Toc184928005)

[4.4.3 - Protocole de diffusion – plateforme 17](#_Toc184928006)

[4.4.4 - Hébergement des données 17](#_Toc184928007)

[4.5 - Bonnes pratiques 17](#_Toc184928008)

[4.5.1 - Modélisation des objets 17](#_Toc184928009)

[4.5.2 - Objets fabricant 17](#_Toc184928010)

[4.5.3 - Poids des fichiers IFC 18](#_Toc184928011)

[4.5.4 - Unités utilisées 18](#_Toc184928012)

[4.5.5 - Caractères spéciaux 18](#_Toc184928013)

[4.5.6 - Calques DWG 18](#_Toc184928014)

[5 - Qualité des maquettes & Contrôles 21](#_Toc184928015)

[5.1 - Niveaux de développement 21](#_Toc184928016)

[5.2 - Stratégie de contrôle qualité 22](#_Toc184928017)

[5.3 - Liste des contrôles qualité 23](#_Toc184928018)

[5.4 - Jalons de contrôle 23](#_Toc184928019)

[5.4.1 - Rendus intermédiaires et finaux – Rapports AMO BIM 23](#_Toc184928020)

[5.4.2 - Rendus intermédiaires et finaux – Rapports BIM Manager 23](#_Toc184928021)

[5.5 - Réunions BIM 24](#_Toc184928022)

[5.5.1 - Réunion de lancement BIM 24](#_Toc184928023)

[5.5.2 - Réunion de revue de modèle 24](#_Toc184928024)

[5.6 - Contrôle des maquettes vs Réalité augmentée - EXE 24](#_Toc184928025)

[6 - Livrables & Codification 26](#_Toc184928026)

[6.1 - Codification des champs 26](#_Toc184928027)

[6.1.1 - Codification du bâtiment 26](#_Toc184928028)

[6.1.2 - Codification des disciplines 26](#_Toc184928029)

[6.1.3 - Codification des niveaux 26](#_Toc184928030)

[6.2 - Codification des livrables 27](#_Toc184928031)

[6.2.1 - Codification des livrables 3D 27](#_Toc184928032)

[6.2.2 - Export IFC 27](#_Toc184928033)

[6.2.3 - Codification des livrables 2D 27](#_Toc184928034)

[6.3 - Formats des livrables 28](#_Toc184928035)

[6.4 - Liste des livrables 28](#_Toc184928036)

[7 - Classifications 30](#_Toc184928037)

[7.1 - Convention de paramétrage des IFC 2x3 30](#_Toc184928038)

[7.2 - Classification IFC 2x3 31](#_Toc184928039)

[8 - Droits d’usages 32](#_Toc184928040)

[8.1 - Propriété matérielle et intellectuelle 32](#_Toc184928041)

[8.2 - Données personnelles 32](#_Toc184928042)

[8.3 - Sécurité des données 33](#_Toc184928043)

[8.4 - Assurances 33](#_Toc184928044)

[9 - Annexe 34](#_Toc184928045)

# Objet du document

## Définition de la Charte

Le CHM souhaite s’appuyer sur la démarche BIM pour ses futurs projets.

Il souhaite ainsi mieux maîtriser le processus de conception-réalisation. Mais pour le CH, l’objectif doit aller au-delà, et préparer l’exploitation et la maintenance du projet en s’appuyant sur le BIM.

La MOA met en place une politique d’intégration du BIM niveau 2 au sein de ses structures. Le BIM est identifié comme une méthode permettant de faciliter les phases de conception et réalisation, d’améliorer la qualité des prestations ainsi que la connaissance du patrimoine.

Le présent document définit :

* Les besoins, objectifs et usages de la Maîtrise d’Ouvrage en termes de BIM appliqués à l’échelle du présent projet ;
* La liste des livrables BIM à remettre à chaque phase ;
* Les attentes en termes de résultats et compétences à mettre en œuvre par les différents intervenants à l’échelle du présent projet.

Ce cahier des charges est destiné au groupement de maitrise d’œuvre de l’opération. Il permet d’assurer la compréhension du projet en termes de BIM et de guider les différents intervenants pour l’établissement de leur méthodologie.

Dans le cadre du projet de la MOA, la production en BIM doit être réalisée en France. Les livrables, données, documents, seront, par conséquent, réalisés en langue française.

## Définition du projet

Voir PTD

## Niveaux de maturité BIM

Une image contenant texte, Police, conception

Description générée automatiquementLa conception et la réalisation du nouveau bâtiment et la restructuration d’une partie de l’existant, de différents niveaux d’importance et différents types d’activités tels que soins, logistique, technique et tertiaire, feront état d’une maturité **BIM de Niveau 2**.

# Objectifs et usages BIM

## Objectifs BIM

Un cas d’usage BIM peut être défini comme une méthode d'application du BIM ou moyen d’utiliser les maquettes au cours du cycle de vie d'un ouvrage pour atteindre un ou plusieurs objectifs spécifiques tels que définis ci-dessous pour le projet :

* Pouvoir visualiser et collaborer autour des modèles numériques ;
* Faciliter la maintenance et l’exploitation du patrimoine ;
* Interagir avec des outils de gestion patrimoniale ;
* Disposer d’un DOE fidèle à la réalité ;
* Communiquer en interne et externe.

Plusieurs caractéristiques peuvent être définies pour décrire un cas d’usage BIM. Ces buts et ces caractéristiques peuvent être spécifiés à des niveaux variables, en fonction du niveau de précision requis pour les différentes applications des cas d’usage BIM.

## Usages BIM correspondants

Au regard des objectifs BIM de la MOA, les usages BIM suivant sont demandés :

| **Exigence** | **Cibles MOA** | **Usages BIM** |
| --- | --- | --- |
| 1 | **Exploitation** | Gestion des ouvrages et des équipements dans l’environnement BIM GEM **(USAGE 18)** |
| 1 | **Performance de conception** | Modélisation des données de conception **(USAGES 20A / 20B)**  Production des livrables **(USAGES 6A / 6B)** |
| 1 | **Présynthèse / Synthèse** | Gestion de conflits **(USAGES 10A / 10B)** |
| 1 | **Une aide à la décision** | Revue de projet **(USAGES 5A / 5B / 5C)**  Définition et vérification du programme **(USAGE 1)**  Modélisation du site **(USAGE 3A)** |
| 1 | **Fiabilisation du livrable final** | Consolidation des DOE **(USAGE 16)** |
| 2 | **Extractions quantitatives** | Extraction des données et valeurs significatives **(USAGE 9)** |

Chacun des objectifs donnés ci-dessus, contribue, quel que soit son degré de priorité, au processus BIM entrepris par la Maitrise d’Ouvrage. Cette dernière pourra, au besoin, amender dans le cas d’une demande spécifique au projet.

Afin de prioriser les exigences, l’évaluation suivante est proposée :

* Exigence 1 ➔ Objectif obligatoire (Objectif MOA)
* Exigence 2 ➔ Objectif complémentaire (Contribution à l’exigence 1)

Les usages BIM, tels que cités, sont tirés du cadre de référence (BIM FOR VALUE) fruit d‘une mobilisation de sept organisations professionnelles.

Chaque usage BIM est dès lors indicé par un numéro ou plusieurs numéros : « (USAGE X) », renvoyant au(x) nombre(s) utilisé(s) dans le document de la SBA. (Smart Building Alliance).

## Définition des cas d’usages BIM

### Gestion des ouvrages et des équipements **(USAGE 18)**

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. 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.

Les avancées du BIM dans les phases conception (MOE) et réalisation (Entreprises) doivent permettre aujourd’hui au Maître d’Ouvrage de devenir le chef d’orchestre de la collecte et de l’exploitation de la data le plus en amont possible, et cela en vue d’assurer la gestion/maintenance de ses actifs pour les trois principales utilisations de la maquette.

🞋 Enjeux MOA

* **Constitution d’une base de données à partir des informations de la maquette numérique du DOE ;**
* **La base de données issue de la maquette numérique est utilisée pour alimenter la GMAO ;**
* **Aide et tests d’interopérabilité par la maitrise d’œuvre entre les maquettes et systèmes de la MOA.**

### Modélisation des données de conception **(USAGES 20A/20B)**

Un processus par lequel des objets sont produits pour développer la maquette numérique d’un projet. Les outils de conception numérique permettent de produire des données avec le niveau d’exigence d'information requis pour le projet. Des outils d'audit et d'analyse sont utilisés pour optimiser la conception.

Ce processus est une condition sine qua non à tous les autres processus d’usage BIM.

🞋 Enjeux MOA

* **Création des maquettes numériques du projet ;**
* **Collaboration accrue des acteurs ;**
* **Faciliter l’extraction des données numériques du projet ;**
* **Préparer la phase exploitation maintenance.**

### Modélisation du site – données existantes **(USAGE 3A)**

Processus qui concerne l’acquisition, la collecte et le traitement de données sous forme de maquette numérique décrivant le projet et l’environnement existant.

L’environnement existant est constitué d’un site (contexte du projet) et d’ouvrage(s) existant(s), sur la totalité de la zone concernée par le projet futur.

🞋 Enjeux MOA

* **Modélisation du bâti existant (volumétrie) et notamment des bâtiments Aliénor ; Modélisation des voiries, espaces végétalisés et connexions au bâti voisin dans le périmètre du projet ;**
* **Meilleure connaissance de l’existant pour limiter les aléas projet ;**
* **Socle à la conception du projet**

### Production des livrables **(USAGES 6A/6B)**

Processus dans lequel la maquette numérique est utilisée pour produire des livrables (plans, coupes, élévations, vues 3D, descriptifs, quantitatifs, nomenclatures, vidéos, fichiers pour la fabrication de maquettes, etc.).

La maquette numérique est utilisée pour créer des livrables 2D (dessins, jeux de dessins…) 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 (détails de construction) peut être nécessaire si elles ne sont pas contenues dans la maquette numérique.

La traçabilité des livrables ainsi que le statut contractuel des données (visa, etc.) devront être précisés pour chaque projet.

🞋 Enjeux MOA

* **Génération de plusieurs représentations (fichiers DWG, PDF : plan, élévations, coupes et détails, etc.) à partir des modèles numériques ;**
* **Amélioration de la qualité de la représentation graphique du projet avec l’utilisation de vues supplémentaires tels que des vues isométriques et 3D ;**
* **Mise à jour et cohérence automatique des jeux de planches en fonction des changements dans le modèle ;**
* **Mise à jour automatique des nomenclatures ;**
* **Toutes les données sont extraites du même modèle en augmentant ainsi la cohérence entre les différentes vues des mêmes données.**

### Gestion des conflits **(USAGES 10A/10B)**

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 (présynthèse/ synthèse).

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).

🞋 Enjeux MOA

* **Annotation des maquettes via le format .bcf ;**
* **Précision de la coordination du projet de construction via les MN ;**
* **Possibilité de vérification sur site en EXE (maquette vs réalité)**
* **Réduction du coût de construction (réduction des non-conformités) ;**

### Revue de projet **(USAGES 5A/5B/5C)**

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.

🞋 Enjeux MOA

* **Permettre à l’ensemble des partenaires de vérifier la cohérence de la maquette numérique avec les objectifs contractuels attendus ;**
* **Etape de validation de la maquette à chaque fin de phase ;**
* **Amélioration continue du management de projet BIM.**

### Définition et vérification du programme **(USAGE 1)**

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...).

(En lien avec la rédaction du Programme Technique Détaillé (PTD) et des fiches par local afin d’étudier la faisabilité technique, fonctionnelle et financière du projet).

🞋 Enjeux MOA

* **Présence de tous les locaux (identification des locaux manquant ou en surplus) ;**
* **Respect des surfaces (détermination des écarts entre surfaces programmes et surfaces réelles) ;**
* **Présence et fonctionnement des locaux techniques.**

### Consolidation des DOE **(USAGE 16)**

Processus utilisé pour actualiser la maquette numérique et sa documentation en vue d’obtenir un modèle “tel que construit” de l’ouvrage (DOE numérique, “carte vitale” de l’ouvrage…)

Le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutées) est produit, intégralement, à partir des maquettes numériques du projet et diffusés à la Maitrise d’Ouvrage.

Ce processus s’appuie sur le récolement des maquettes. Cette opération consiste à comparer les maquettes aux ouvrages réalisées, durant les phases d’exécution et d’exploitation.

Pour exploiter l’ouvrage, l’utilisateur doit disposer de tous les éléments nécessaires et notamment du Dossier des Ouvrages Exécutées. Les intervenants et entrepreneurs sont priés de veiller à l’exhaustivité du dossier qu’ils établissent dès la première présentation.

🞋 Enjeux MOA

* **Consolidation et livraison d’un DOE numérique conforme aux ouvrages réalisés et contenant des informations fiables (Maquette(s) numérique(s) à jour : Géométrie + DATA) ;**
* **Vérification sur site (maquette vs réalité)**
* **Tous les plans, mis en conformité avec l’exécution et le réel, livrés ;**
* **Toutes les documentations concernant les matériaux et matériels : identification, localisation, fournisseur avec les coordonnées précises, etc. livrées ;**
* **Tous les documents justificatifs des performances des éléments utilisés et/ou de conformité technique : procès-verbaux feu, acoustique, thermique, etc. livrés ;**
* **Toutes les notices de conduite, d’exploitation, de maintenance ou d’entretien des ouvrages aussi bien pour les équipements techniques que pour les ouvrages non techniques livrées.**

### Extraction des données et valeurs significatives **(USAGE 9)**

Processus d’extraction à partir de maquettes numériques de base de données alphanumériques structurées permettant de regrouper des quantités par type d’ouvrage et valeurs significatives.

La maquette numérique doit permettre d’extraire directement les informations nécessaires (détection des volumes, des surfaces et des dimensions, attributs…)

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.

🞋 Enjeu MOA

* **Suivant demandes MOA**

## Usages BIM par phase

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **USAGES BIM** | **Conception** | **Exécution** | **Exploitation** |
| Gestion des ouvrages et des équipements |  |  | **X** |
| Modélisation des données de conception | **X** | **X** |  |
| Modélisation du site | **X** |  |  |
| Production des livrables | **X** | **X** |  |
| Gestion des conflits | **X** | **X** |  |
| Définition et vérification du programme | **X** |  |  |
| Revue de projet | **X** | **X** |  |
| Consolidation des DOE |  | **X** | **X** |
| Extraction des données et valeurs significatives | **X** | **X** | **X** |

## Contribution BIM par groupe d’acteurs

Les niveaux de contribution permettent de spécifier le niveau d’implication (et non de responsabilité) des acteurs dans l’atteinte des usages BIM du projet.

H : Haute / **M** : Moyenne / F : Faible

| **Usages BIM** | **MOA** | GPAA | CCI Business Grand Paris**MOE**  **ARC** | **MOE**  **BET** | **BIM Manager** | **Entp.** | **Autres experts\*** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Gestion des ouvrages et des équipements | H | **M** | **M** | F | **M** | **M** |
| Modélisation des données de conception |  | H | H | **M** | H | F |
| Modélisation du site |  | H |  |  |  |  |
| Production des livrables |  | H | H |  | H | **M** |
| Gestion de conflits | F | H | H | **M** | H |  |
| Définition et vérification du programme | **M** | H | H | **M** |  |  |
| Revue de projet | **M** | H | H | H | H | F |
| Consolidation des DOE | F | **M** | **M** | **M** | H | **M** |
| Extraction des données et valeurs significatives |  | H | H | **M** | H | **M** |

\**Thermicien, Acousticien,* *BE Environnement, …*

# Acteurs

## A l’échelle du projet

Comprendre la méthodologie de mise en place d’un processus BIM, c’est avant tout savoir quels intervenants y prennent part et comment les acteurs s’articulent autour de lui. On recense à l’échelle du projet, trois grands groupes d’activité dans lequel les acteurs touchent de près ou de loin au BIM :

ENT.

**PLATEFORME**

**GROUPE UTILISATEUR**

BCT

ECONOMISTE

BETs

EXPERTS

**GROUPE DECISIONNAIRE**

MOA

AMOs

AMO BIM

**BET MEP\***

MOE

**GROUPE PRODUCTEUR**

**GO**

**AB**

**SIT**

**BET**

*\* L’utilisation du terme « MEP » regroupe les disciplines CV / PB / PNE / FM / ELE / SEC*

GROUPE DECISIONNAIRE

Ce groupe représente les intervenants qui décident des règles BIM, coordonnent et consultent les maquettes. Parties prenantes de la démarche, ils ne modélisent pas, ni ne produisent d’études de conception ou d’exécution à partir de la maquette.

GROUPE PRODUCTION

Les producteurs sont les intervenants qui modélisent leurs contributions au projet et réalisent, dans le cadre de leur domaine d’intervention, des maquettes numériques. Au sein de chaque métier, l’organisation définie dans la convention BIM du groupement, identifie des coordinateurs (responsable de la qualité des modèles face au BIM Manager) et des producteurs (responsable de la modélisation en conformité avec la convention BIM).

GROUPE UTILISATION

Les utilisateurs sont les intervenants à l’acte de construire qui utilisent les données géométriques ou les informations contenues dans les maquettes numériques afin de réaliser des études ou simulations.

## A l’échelle du processus BIM

A l’échelle des acteurs proprement affiliés au process BIM, on retrouve quatre figures MOE majeures opérant sur chacune des phases de conception et construction du bâtiment. Les méthodes, rôles et procédés de travail appliqués par leurs soins restent les mêmes, et ce quelle qu’en soit la nature du projet.



MOA

AMO BIM

BIM MANAGER

BIM COORDINATEUR

BIM MODELEUR

**GROUPE**

**DECISIONNAIRE**

**GROUPE**

**PRODUCTEUR**

### MOA

Considérée comme l’entité décisionnaire du projet, la MOA exprime ses besoins et attendus en matière de BIM, traduits sous forme de Cahier des Charges.

S’appuyant sur ses différents AMO, elle valide les prescriptions du projet en matière de BIM et arbitre le cas échéant.

### AMO BIM

Assistant le MOA dans le cadre de la mise en place de la démarche BIM, l’AMO BIM l’accompagne afin d’identifier ses besoins à l'échelle du projet. L'AMO BIM accompagne toutes les parties prenantes, affectées de près ou de loin au processus BIM, et ce, tout au long du projet en proposant des méthodologies adaptées. On retrouve également dans ses missions :

* Aide à la traduction des objectifs du MOA en usages BIM ;
* Rédaction de la documentation contractuelle BIM spécifique à l’opération ;
* Validation de la Convention Conception et Exécution BIM du MOE ;
* Assistance au contrôle des maquettes et standards BIM, du concours jusqu’à la livraison du bâtiment ;
* Suivi de la production des maquettes MOE et entreprises au regard du Cahier des Charges BIM et son annexe ;
* Contrôle des DOE numériques des entreprises ;
* …

### BIM Manager

Le BIM manager pilote la mission de BIM management en accompagnant toutes les équipes projet dans la mise en place et l’utilisation de la maquette numérique (Conception/Exécution). Il est le garant de l’atteinte des objectifs BIM du projet et du respect de la convention BIM du projet dont il est l’auteur (Réalisation sur la base du Cahier des Charges BIM + annexe de la MOA). Outre ses fonctions de contrôle des modèles, il se doit d’assurer une veille technologique et notamment par la mise en place de la plateforme collaborative projet.

Il ne doit cependant 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.

On retrouve également dans ses missions :

* Mise en place de la démarche BIM répondant aux objectifs et usages BIM du MOA ;
* Mise en place d’un environnement commun des données (CDE) suivant la norme ISO 19650-1 afin de garantir le travail collaboratif ; (si non réalisée par la MOA)
* Contrôle des maquettes numériques afin de garantir la qualité de ces dernières suivant les exigences demandées dans la convention BIM et le Cahier des Charges BIM ;
* Animation des réunions de lancement et des revues BIM pour le lancement des différentes étapes du projet ainsi que le suivi du projet
* Vérification de la complétude et de la qualité des livrables du DOE numériques BIM des entreprises ;
* …

### BIM Coordinateur

Le BIM Coordinateur (un ou plusieurs / BET-Entreprise) veille à la bonne application des chartes, méthodes et protocoles sur des projets à réaliser en BIM. Il assure l'enrichissement continu de la maquette numérique et se porte garant de sa qualité.

Les missions du coordinateur BIM se situent à l'interface du BIM Manager et du BIM modeleur. Il prend en considération les attentes du BIM Manager et lui rend compte. Il se maintient en permanence informé des évolutions logicielles et matérielles, dans un environnement numérique en évolution permanente. Rompu aux techniques de modélisation, il assiste et informe les BIM modeleurs dans leurs actions de production.

On retrouve également dans ses missions :

* Faire respecter l'ensemble des documents contractuels : cahier des charges BIM, convention BIM ;
* Faciliter la coordination de ses équipes ;
* Réaliser un contrôle sur l'ensemble des livrables rendus concernant son métier ;
* S'assurer que tous les éléments déposés sur la plateforme collaborative correspondent aux spécifications demandées ;
* Former ses équipes pour l'apprentissage des différents outils BIM en collaboration ;
* …

### BIM Modeleur

Le BIM Modeleur (un ou plusieurs / BET-Entreprise) a la charge de la modélisation de la maquette numérique d'un projet de construction pour un ou plusieurs corps d'état.

L’acteur mentionné devra prendre connaissance de la convention BIM pour organiser sa maquette numérique afin qu'elle soit compatible et interopérable avec l'ensemble des maquettes du projet.

Il intervient tout au long des phases d’étude et d’exécution du projet en modifiant la maquette numérique en fonction des évolutions techniques ou architecturales puis la complète des caractéristiques et performances des ouvrages qui lui seront communiquées par les économistes, ingénieurs ou architectes.

## Utilisation du BIM par métier

Chaque acteur du projet exécute sa mission dans l’intérêt des besoins MOA. Tous n’y arrivent pas de la même façon, les processus et méthodologies étant différents d’un corps d’état à un autre.

Il convient d’émettre des recommandations sur les attendus du CHM en matière d’applications BIM par métier. En voici les principales :

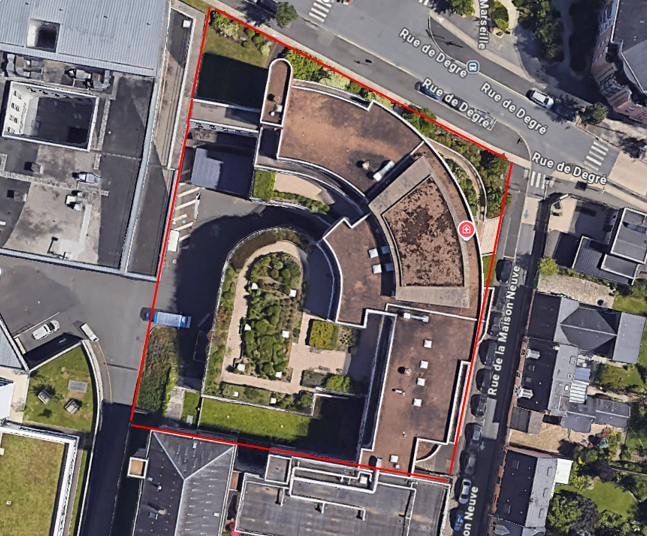
|  |  |
| --- | --- |
| METIERS | ATTENDUS |
| Géomètre | * Relevés télémétrique / laser * Réalisation de nuages de points ou scan de l’existant. |
| Architecte | * Création de maquette numérique incluant donnés géométriques et alphanumériques et production des livrables. |
| BET (GO, CV, …) | * Création de maquette numérique sur base architecturale et saisie des propriétés. Production des livrables. |
| BE (Thermique, acoustique, …) | * Complétude des maquettes par des propriétés thermiques, énergétiques, environnementales, … * Analyse des choix de conception * Analyse des performances énergétiques |
| Economiste | * Extractions quantitatives et prescriptions sur base des modèles du projet |
| Entreprise | * Extractions des quantitatifs, métrés, … * Mission de synthèse * Suivi de chantier * Vérification de la bonne exécution du projet (écarts prévisionnel et exécuté) * Assurer le parfait recollement des DOE |
| Exploitant, Gestionnaire | * Récupération du DOE * Maintenir à jour la base de données pour anticiper, budgétiser et planifier les travaux nécessaires au fonctionnement de l’ouvrage * Disposer de la documentation technique * Suivi des consommations énergétiques * Simuler les redistributions d’espaces |

# Maquettes numériques

## Géoréférencement

Le géoréférencement est défini selon le décret 2006-272 du 03 mars 2006 relatif aux exigences réglementaires topographiques. De ce fait, les coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques sont fixées pour l’ensemble des projets de la MOA :

* Au système géodésique RGF93
* Aux systèmes de projections coniques conformes (CC48 pour LE MANS). Se référer au découpage par zone sur les sites agréés).



* Au système de référence altimétrique IGN69

Chaque maquette devra posséder les mêmes système et point de référence afin de pouvoir superposer les maquettes.

Le point de base sera identifié au choix : à l’intersection de deux axes, en coordonnées rondes ou laissé à la libre appréciation de la MOE, conformément au plan .dwg géomètre de la MOA transmis au démarrage du projet.

Chaque maquette devra intégrer le quadrillage projet ainsi qu’un repère commun physique afin d’éviter les risques liés aux éventuelles limites graphiques de logiciel. Ce repère devra être modélisé comme un objet 3D pointé vers le Nord géographique et muni des coordonnées du projet.

Chaque acteur devra contrôler la qualité du géoréférencement et la superposition des maquettes avant toute transmission.

*Périmètre du site à modéliser*

## Maquettes du projet

La Maitrise d’Ouvrage impose au groupement, de procéder à la réalisation de maquettes numériques. Ces modèles seront décomposés par discipline propre, de la manière suivante, qui pourront être modifiés pour des besoins spécifiques à la MOA :

| Disciplines |  | CODE | Description |
| --- | --- | --- | --- |
| **Architecture** | ● | **AB** | Objets correspondant aux lots architecturaux + paysage + intégration des objets structurels (poteaux, murs, dalles, poutres, … STR) |
| **CVC** | ● | **CV** | Désenfumage inclus |
| **Fluides médicaux** | ● | **FM** |  |
| **Électricité** | ● | **ELE** | Une unique maquette attendue comprenant les lots : CFO, CFA et SSI |
| **Plomberie** | ● | **PB** |  |
| **Pneumatique** | ● | **PNE** |  |
| **Site** | ● | **SIT** | Existant terrain + bâtiments environnants + connexions au bâti existant |
| **Sureté / Sécurité** | ● | **SEC** | Dissociation avec ELE impérative |
| **Structure** | ● | **GO** |  |

## Arborescence

Seul le format IFC 2X3, conforme à la norme ISO (10303-21:2016) est requis dans le cadre des projets de la MOA. Les IFC de versions antérieures ne sont pas autorisés. L’IFC 4 est refusé.

Une liste des logiciels compatibles en import/export est disponible sur le site buildingSMART.

[*IFC Certified Software - buildingSMART International*](https://www.buildingsmart.org/compliance/redevelopment/certified-software/)

Une image contenant texte, capture d’écran, Police

Description générée automatiquementLes projets seront tous structurés selon l’arborescence spatiale suivante :

## Processus collaboratif autour de la maquette

### Stratégie

Les intervenants s’entendent sur le fait que les niveaux de performance d’une construction ne sont atteints que si l’ensemble des intervenants collaborent à la définition du projet. Dans ce cadre, le processus de travail imposé par la maquette partagée ouvre la porte à un effort de coordination, qui est essentielle pour valider et vérifier les critères fonctionnels du projet. Cette collaboration débute dès la phase de conception du projet, jusqu’à la livraison du DOE.

Les intervenants s’entendent également sur le fait que le BIM n’est pas seulement un outil de visualisation mais un processus de travail impliquant un engagement de tous les acteurs dans la gestion et la réalisation du projet. Ce processus de travail collaboratif et rigoureux apporte des avantages techniques et économiques au projet.

Le partage de la maquette numérique présente une nouvelle perspective de collaboration où tous les intervenants impliqués dans l’architecture, l’ingénierie et la construction peuvent communiquer plus efficacement.

### Plateforme

Une image contenant texte, clipart, Police, blanc

Description générée automatiquementLe BIM Manager (en phases conception et exécution) mettra en place, organisera et administrera l’outil de travail collaboratif (Plateforme validée par le complexe AMO BIM/MOA)) selon les critères suivants : la sécurité et la traçabilité des données, la codification des livrables, la gestion documentaire, la visualisation des maquettes, etc. Il s’assurera de ce que l’ensemble des intervenants y ait accès et détienne les droits adaptés selon le rôle qui lui sera dévolu.

Les échanges de données, modèles devront se faire sur la plateforme, au format IFC et au format propriétaire, conformément au présent Cahier des Charges BIM.

### Protocole de diffusion – plateforme

Les échanges de données, modèles devront se faire sur la plateforme mise à disposition, au format IFC et au format propriétaire, conformément au présent Cahier des Charges.

### Hébergement des données

L’ensemble des maquettes seront hébergées, à l’initiative de la MOE, sur des serveurs identifiés et dont la localisation est connue et soumise aux règlementations européennes. Toute dérogation doit être discutée et validée par la MOA.

D’autre part, l’ensemble des données seront sauvegardées sur la plateforme collaborative mise en place qui gardera la trace des révisions et de l’historique. Elle participe de ce fait au processus de collaboration, de capitalisation et d’échanges d’informations en mettant en œuvre des systèmes d’acquisition, de classement, de stockage et de diffusion.

Enfin, l’ensemble des données seront hébergées sur une plateforme sécurisée, garantissant ainsi la confidentialité des informations sensibles et la protection de l’ouvrage dans son ensemble contre les risques de piratage et de cyberattaque.

## Bonnes pratiques

### Modélisation des objets

Il est demandé d’utiliser les objets logiciels correspondant aux ouvrages dessinés. Ainsi, on utilisera l’outil dalle (IfcSlab) pour modéliser une dalle en béton, l’outil mur (IfcWall) pour un mur, l’outil colonne (IfcColumn) pour des colonnes, etc. Cela est nécessaire pour un usage « intelligent » de la maquette : le bon usage des ifc permettra la réalisation d’études énergétique, structure et économique à partir de la maquette.

La composition des murs, cloisons et dalles est décrite sous la forme d’une liste ordonnée de couches homogènes. La nature et l’épaisseur de chaque couche sont renseignées. Toutes les couches sont traitées de sorte que la somme des épaisseurs de couches corresponde à la largeur ou épaisseur globale de l’élément.

Sauf mention particulière, la forme des ouvrages (murs, dalles, …), des équipements et des locaux contenus dans la maquette numérique a une représentation tri-dimensionnelle.

Certains objets comme les garde-corps ou les pare-soleils font parfois l’objet d’une modélisation géométrique très détaillée. L’expérience montre que l’utilisation de certains éléments de bibliothèque peut alourdir considérablement la taille de la maquette numérique. Il convient donc de rechercher le meilleur compromis entre la fidélité de la représentation et la taille du fichier résultant.

### Objets fabricant

Lorsque des objets existent sous format BIM, proposés par les industriels et les plateformes dédiées, leur usage n’est accepté **qu’en phase exécution sous les conditions suivantes** :

* Que ces objets correspondent au niveau de détail géométrique demandé dans le présent Cahier des Charges. Un niveau de détail trop élevé risque d’alourdir la maquette et d’être un frein à son utilisation par les différents intervenants ;
* Que le niveau d’information correspond à minima au niveau de Ni demandé dans le Cahier des Charges et annexe de la maitrise d’ouvrage. L’intérêt de l’intégration d’objets fabricant est justement d’avoir un niveau d’information plus exhaustif.

### Poids des fichiers IFC

La forme des ouvrages, objets, équipements et espaces contenus dans la Maquette Numérique a une représentation 3D. Certains objets peuvent comporter un grand nombre d’éléments et bénéficier d’une représentation très détaillée, notamment des formes courbes, qui alourdissent considérablement la taille du fichier IFC.

Il revient à la maîtrise d’œuvre de choisir le modèle qui présente le meilleur compromis entre la fidélité de la représentation et son poids. Le niveau de détails maximum est fixé par les besoins techniques en conception (à déterminer par la maitrise d’œuvre) et la nécessité d’accès à la maquette par la maitrise d’ouvrage par des moyens de types *viewers* ou plateformes.

Les maquettes numériques transmises à la maitrise d’ouvrage ne devront pas dépasser (hors compilation) 350 Mo dans la mesure où des maquettes Architecturale, Structure, CVC… sont transmises séparément. Si les 350 Mo sont dépassés, le projet devra être découpé de la manière la plus logique et utile au projet. (Validation de l’AMO BIM et de la MOA requise)

### Unités utilisées

Les unités des projets devront respecter celles identifiées dans le tableau ci-après, et ce, à des fins d’uniformisation et de coordination.

| **NOMS** | **UNITES** | **ARRONDIS** |
| --- | --- | --- |
| Longueur | Suivant discipline | 0.00 |
| Surface | Mètre carré (m²) | 0.00 |
| Volume | Mètre cube (m³) | 0.00 |
| Angle | Degré (°) | 0.00 |
| Masse | Kilogramme (Kg) | 0.00 |
| Température | Celsius (°C) | 0.0 |
| Prix | Euro (€) | 0.00 |
| Ratios d’acier | Kg/m³ | 0.00 |
| Résistance thermique | R (m².K/W) | 0.00 |

*NB :* ***La langue française est la seule reconnue pour le projet,*** *que cela soit en termes de données géométriques et alphanumériques.*

### Caractères spéciaux

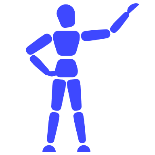
L’usage des caractères spéciaux, se limite à la stricte utilisation de l’*underscore* « \_ ». Les espaces, virgules, points, tirets (« - »), barres obliques (/), barres obliques inversées (\) ne sont pas acceptés. (sauf mention contraire faite dans le Cahier des Charges ou son annexe).

### Calques DWG

L’export des plans DWG AB (architecture) devra suivre la norme utilisée par la MOA, tant dans le nommage des calques que par la colorimétrie associée (code RVB). Pour plus de précisions, reportez-vous à la « Charte Graphique DAO » (Version septembre 2022).

| **NOM DU CALQUE** | **DESCRIPTION** | **COULEUR INDEX** | **CODE RVB** |
| --- | --- | --- | --- |
| 03\_ARCHI |  | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Acrotere |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Allege | *Murs, BA, maçonnés, pierres, …* | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Appuis & Seuils | *Architecture, appuis de fenêtre & seuils portes* | 141 | ◼ 127 223 255 |
| 03\_ARCHI\_Ascenseurs |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Auvent |  | 72 | ◼ 82 165 0 |
| 03\_ARCHI\_Axes |  | 163 | ◼ 82 103 165 |
| 03\_ARCHI\_Bardage | *Murs, BA, maçonnés, pierres, …* | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Bordure | *Murs, BA, maçonnés, pierres, …* | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Charpente |  | 30 | ◼ 255 127 0 |
| 03\_ARCHI\_Cloison |  | 72 | ◼ 82 165 0 |
| 03\_ARCHI\_Cloison CF |  | 72 | ◼ 82 165 0 |
| 03\_ARCHI\_Crinoline |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Doublage |  | 72 | ◼ 82 165 0 |
| 03\_ARCHI\_Escaliers |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Faux plafond |  | 31 | ◼ 255 191 127 |
| 03\_ARCHI\_File | *Numérotation axes* | 163 | ◼ 82 103 165 |
| 03\_ARCHI\_Fondations |  | 187 | ◼ 47 38 76 |
| 03\_ARCHI\_Gaine | *Gaine technique* | 7 | ◼ 0 0 0 |
| 03\_ARCHI\_Garde-corps |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Joint Dilatation |  | 127 | ◼ 38 76 66 |
| 03\_ARCHI\_Mains-courantes |  | 232 | ◼ 165 0 82 |
| 03\_ARCHI\_Menuiserie EXT | *Menuiserie extérieures, châssis de toit* | 232 | ◼ 165 0 82 |
| 03\_ARCHI\_Menuiserie INT | *Menuiseries intérieures, portes, placard, châssis fixe, cloison vitrée* | 232 | ◼ 165 0 82 |
| 03\_ARCHI\_Métallique | *Ossature, structure métallique* | 7 | ◼ 0 0 0 |
| 03\_ARCHI\_Mur Préfa |  | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Mur Refend |  | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Murs | *Murs, BA, maçonnés, pierres, …* | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Murs Porteurs |  | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Murs Prefa |  | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Plafonds |  | 31 | ◼ 255 191 127 |
| 03\_ARCHI\_Plancher |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Poteaux |  | 144 | ◼ 0 95 127 |
| 03\_ARCHI\_Poutre |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Rampes |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Reservation |  | 1 | ◼ 255 0 0 |
| 03\_ARCHI\_Sol |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Terrasse |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Toiture |  | 187 | ◼ 47 38 76 |
| 03\_ARCHI\_Trappes | *Trappes accés gaine plenum etc* | 232 | ◼ 165 0 82 |
| 03\_ARCHI\_Trémies |  | 252 | ◼ 91 91 91 |
| 03\_ARCHI\_Végétation |  | 84 | ◼ 31 127 0 |
| 04\_EQUIPEMENTS\_ |  | 7 | ◼ 0 0 0 |
| 04\_EQUIPEMENTS\_  Aménagements extérieurs |  | 130 | ◼ 0 255 255 |
| 04\_EQUIPEMENTS\_  Mobiliers | *Meubles, Chaise, Table, Lit* | 23 | ◼ 165 103 82 |
| 04\_EQUIPEMENTS\_  Sanitaires | *WC, Douche, Baignoire, Urinoir, Evier, Meubles Vasque* | 133 | ◼ 82 165 165 |
| 04\_EQUIPEMENTS\_  Techniques & Médicaux | *Tables d'opération, Ordinateurs, Divers, Paillasse technique* | 223 | ◼ 165 82 145 |

**Mandataire Gpmt**



# Qualité des maquettes & Contrôles

## Source Cahier Pratique du Moniteur. N°5763 "BIM/MAQUETTE NUMERIQUE : Contenue et niveaux de développement".Niveaux de développement

Les niveaux de développement, ND, (données géométriques et alphanumériques) des modèles évoluent suivant le niveau d’étude des phases de conception et d’exécution. Pour une phase donnée, le niveau de détail (Nd) de la modélisation et la précision des informations (Ni) contenues dans un modèle numérique ne doivent pas être inférieurs à ceux requis pour la production des dossiers de conception traditionnels 2D.

Les graphiques ci-dessus reprennent de façon générique, le niveau de développement à adopter par phase, pour ce projet.

*Source Cahier Pratique du Moniteur. n°5763*

**Niveaux de détail (Nd) par phase**

Le niveau de modélisation des objets apparait à première vue, comme un standard relativement subjectif.

De nombreux articles ou documents prospèrent de-ci de-là sur des sites liés au BIM, mais un seul attache une attention précise sur les attendus à phase. Il s’agit du référentiel relatif aux Niveaux de développement portés par BIM Forum. La dernière version (28.12.2023) est accessible via ce lien :

* https://bimforum.org/resource/lod-level-of-development-lod-specification/

De façon générale, il convient de trouver l’équilibre entre l’apparence 3D de l’objet et sa représentation physique (dans la mesure où celui-ci puisse être identifiable à l’œil sans avoir obligatoirement recours à ses données).

Nd3 **(DOE)**

**SIT**

Nd3 **(EXE)**

Nd3 **(PRO)**

Nd2 **(APD)**

Nd1 **(OFFRE)**

**AB**

**GO**

**MEP\***

Nd2 **(APS)**

*\*MEP = CV / PB / PNE / FM / ELE / SEC*

Les projets se voit affecter d’un niveau de détail 3 maximum (équivalent à une phase PRO). Nous laissons, pour autant, à l’appréciation du groupement, le choix d’aller au-delà de ce niveau, en tenant compte des restrictions apposées dans ce Cahier des Charges BIM en matière de poids des maquettes (p.18) et des objets des fabricants (p.18).

**Niveaux d’information par phase**

Le niveau d’information est relatif à la donnée intégrée aux objets. Chacune des tranches présentées ci-dessous, fait état de paramètres à créer et renseigner par discipline. (Cf. Annexe 1).

A mesure que le projet évolue, le NI devient plus fin et plus précis en matière de caractéristiques techniques, informationnelles et dimensionnelles.

NI5 **(DOE)**

**SIT**

Ni4 **(EXE)**

Ni3 **(PRO)**

Ni2 **(APD)**

Ni1 **(OFFRE)**

**AB**

**GO**

**MEP**

Ni2 **(APS)**

*\*MEP = CV / PB / PNE / FM / ELE / SEC*

**Contenu des niveaux de développement (ND)**

🡺 Glossaire générique des principaux ND

Contenu ND2

Les éléments, objets et assemblages principaux sont modélisés en volume de manière succincte

Ce niveau de développement est utilisé dans les phases de conception en cours d'évolution.

Contenu ND3

La maquette de niveau de développement précédent validée est enrichie des informations qu'exige ce niveau de développement. Les éléments, objets et assemblages principaux sont modélisés en volume de manière suffisamment précise pour consulter les entreprises d'exécution. Les éléments ou partie d'éléments de dimensions inferieures à 10 cm x 10 cm x 10 cm sont modélisés en volume de manière succinctes.

Ce niveau de développement est utilisé dans les phases de finalisation de la conception et permet un gain de productivité en phase chantier.

Contenu ND4

Sur la base de la modélisation du niveau de développement précédent, les modélisations d'exécution des éléments sont réalisées. Les éléments modélisés au niveau de développement précédent sont modifiés et/ ou mis à jour pour établir les documentations et analyses nécessaires à l'exécution des travaux pour chaque discipline.

En cours d'exécution, les modélisations sont modifiées et mises à jour en fonction des ouvrages exécutes et intègrent progressivement les caractéristiques des éléments retenus dans les marches et mis au point durant les études d’exécution.

Ce niveau de développement est utilisé dans les phases d'exécution des travaux par les entreprises.

Contenu ND5

A ce niveau de développement, la maquette contient toutes les informations des dossiers des ouvrages exécutes (DOE).

La modélisation comporte tous les éléments exécutes "Tels que construits" ainsi que l'ensemble des informations liées à l'ouvrage exigé au DOE / DIUO.

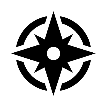
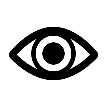
## Stratégie de contrôle qualité

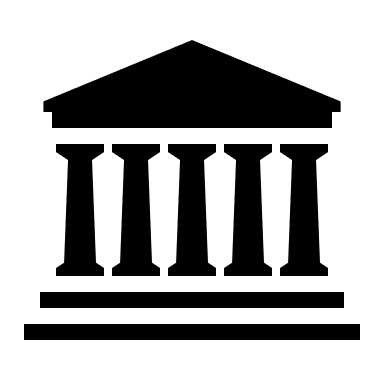
La mise en place d'un contrôle de la qualité de la maquette numérique est l’un des aspects le plus important du BIM. Les modèles développés feront en effet partie d'un contrat de construction, sous forme de dessins ou de données extraites.

Il est préférable si possible de nommer une seule et même personne pour le contrôle qualité et la maintenance des modèles. Cela assurera un niveau uniforme de la qualité. Toutefois toutes les personnes impliquées dans la création de composants ou de modèles doivent avoir une vision très claire de la façon de développer un modèle, des standards et niveaux de détails associés.

La mise en place d'une procédure de validation de la maquette est primordiale, que ce soit pour l'envoi ou pour la réception des modèles dans chaque discipline. Le référent BIM de la MOA effectuera lui aussi les contrôles sous ce modèle.

## Liste des contrôles qualité

****Valable pour chaque phase :



| **CONTRÔLES** | **DESCRIPTION** | **RESPONSABLE(S)** |
| --- | --- | --- |
| **VISUEL** | Vérifier que la modélisation est conforme à la définition. Les intentions de conception sont respectées. | BIM Manager |
| **GEOGRAPHIQUE** | Vérifier l’exactitude des coordonnées du projet. | BIM Manager  BIM Coordinateurs |
| **INTERFERENCE** | Détecter les interférences géométriques ou techniques entre deux éléments de construction dans le modèle. | BIM Manager  BIM Coordinateurs  BIM Modeleurs |
| **RESPECT DU CAHIER DES CHARGES** | Assurer le respect aux standards BIM et CAD, et des prérogatives établies dans le CDC BIM (géométrie, data, objectifs et usages, livrables et codifications) | BIM Manager  BIM Coordinateurs  BIM Modeleurs |
| **INTEGRITE DU MODELE BIM** | Décrire les processus de validation utilisés pour garantir que les jeux des données de d’exploitation du projet ne comportent pas d’éléments indéfinis, incorrects ou dupliqués. | BIM Manager  BIM Coordinateurs  BIM Modeleurs |

## Jalons de contrôle

### Rendus intermédiaires et finaux – Rapports AMO BIM

Les jalons de contrôle sont des dates butoirs permettant l’analyse des maquettes numériques et de vérifier que les contrôles qualité ont bien été respectés par les équipes de MOE.

Le tableau ci-dessous se basera sur le planning prévisionnel général transmis par la MOA/groupement. Cette dernière ou son AMO BIM se réservent le droit d’effectuer toutes les modifications nécessaires.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PHASE** | **NB D’ANALYSES\*** | **DISCIPLINES** | **JALONS** |
| APS | 1 | TOUTES | A définir selon le planning (concertation MOE/MOA) |
| APD | 1 |
| PRO | 1 à 2 |
| EXE | 4 |
| DOE | 1 à 2 |

*\*A valider avec la MOE + Entreprises en EXE*

### Rendus intermédiaires et finaux – Rapports BIM Manager

La MOA demande à avoir en sa possession les rapports internes mesurant la qualité des modèles établis par le BIM Manager

Ces analyses reprendront la liste des contrôles qualités donné au point 5.3 et ceux utilisés en interne par le groupement.

**Fréquence de transmission** : mensuelle (à compter du démarrage de la phase de conception jusqu’à la livraison du bâtiment). Format PDF.

## Réunions BIM

Les réunions ci-dessous seront validées par la MOA, et pourront, le cas échéant se voir modifiées ou supprimées dans le cadre de contraintes particulières.

### Réunion de lancement BIM

Réunion animée par l’AMO BIM auprès de tous les acteurs du projet. Le but étant que chaque participant comprenne son rôle, ses responsabilités et obligations dans le processus BIM entrepris par la MOA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PHASE** | **FREQUENCE** | **DATE** | **PARTICIPANTS** |
| Conception | Unique | A définir | Tous |
| Exécution | Unique | A définir | Tous |

### Réunion de revue de modèle

Réunion animée par le BIM Manager permettant de démontrer l’exactitude de l’ensemble des éléments qui composent les maquettes (Nd, Ni, …). *Fréquence à confirmer par la MOE + Entreprises.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PHASE** | **FREQUENCE** | **DATE** | **PARTICIPANTS** |
| Conception | Mensuelle | A définir | Acteurs BIM, MOA |
| Exécution | Mensuelle | A définir | Acteurs BIM, MOA |
|  |  |  |  |

## Contrôle des maquettes vs Réalité augmentée - EXE

Une image contenant personne

Description générée automatiquementUn contrôle sur site peut être nécessaire afin de vérifier la conformité des maquettes avec le tel que construit en s’appuyant sur des relevés, photographies ou technologies comparatives de type Horus, Bloc in Bloc, Génie vision, Dalux ….

Dans ce cas, les entreprises, en phase exécution, auront la charge de son déploiement et de son application.

Dans le cas de l’usage de la réalité augmentée ou réalité virtuelle, la technologie utilise des supports de type tablette, phablette, casque ou autre produit similaire, dont l’objectif premier est de superposer via l’application de l’éditeur, la maquette BIM virtuelle avec l’ouvrage existant. Ces technologies permettent dès lors d’identifier les écarts entre les maquettes EXE et le réel.

Au cours de l’analyse as-built (tel que construit) effectuée sur le projet, des commentaires au format .bcf pourront être réalisés par les entreprises concernées, dès lors qu’une non-conformité est constatée. Le complexe AMO BIM/MOA pourra procéder de la même façon par le biais d’une pratique dite « échantillonnée ».

Les BCF pourront par la suite être visualisés via des visionneuses gratuites, ou non, comme Solibri Anywhere, BIM Collab Zoom ou directement disponibles sur le cloud de la technologie choisie.

Les vérifications se feront dans les tolérances définies par la MOA et son AMO BIM ainsi qu’au regard du projet. (Tolérance 1cm)

Un compte-rendu de visite et un rapport personnalisé seront rédigés par l’entité exerçant la mission.

**Fréquence envisagée - Entreprise** : à définir avec les entreprises le souhaitant

**Fréquence envisagée – MOA/AMO BIM** : suivant avancées calendaires remarquables

# Livrables & Codification

## Codification des champs

### Codification du bâtiment

Le projet est découpé selon les codifications suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **CODE** | **Description** |
| 31 | *Bâtiment SAINT EXUPERY* |

### Codification des disciplines

|  |  |
| --- | --- |
| **CODE** | **Description** |
| AB | Maquette architectural (sans éléments porteurs) + Paysage + éléments structurels |
| CV | Maquette chauffage, ventilation, climatisation et désenfumage |
| ELE | Maquette électricité (CFA+CFO+SSI) |
| FM | Maquette fluides médicaux |
| PB | Maquette plomberie |
| PNE | Maquette pneumatique |
| SIT | Maquette de site existante |
| SEC | Maquette sureté / sécurité |
| GO | Maquette structure |

### Codification des niveaux

Afin d’analyser les maquettes du projet, les modèles devront contenir les codifications génériques des niveaux MOA suivants :

| **TYPE** | **CODE NIVEAU** | **Commentaires** |
| --- | --- | --- |
| Sous-sol | S1 | S1, S2, … |
| Galerie technique | GT |  |
| Vide sanitaire | VS |  |
| Rez-de-chaussée | N0 |  |
| 1er étage | N1 | Un niveau unique par maquette |
| 2e étage | N2 | Un niveau unique par maquette |
| 3e étage | N3 | Un niveau unique par maquette |
| Toiture terrasse | T |  |

## Codification des livrables

### Codification des livrables 3D

L'équipe du projet produira, à chaque rendu de phase de projet, les livrables requis par la MOA. Le niveau de définition sera en cohérence avec les exigences du présent Cahier des Charges BIM et de son annexe.

La maîtrise d’ouvrage demande à la maîtrise d'œuvre/entreprise et de son équipe BIM de procéder de son côté à une vérification initiale de ses fichiers, avant chaque livrable, à l’aide d’un logiciel de type visionneuse BIM.

Chacune des publications devra se faire sous la forme :

* d’une maquette native par discipline
* d’une maquette IFC 2x3\* par discipline

*\*Conformément à la norme ISO 10303-21*

Les règles de nommages des livrables 3D se doivent d’être respectées via le principe ci-dessous :

**CODE BÂTIMENT\_CODE DISCIPLINE\_PHASE\_DATE**

|  |  |
| --- | --- |
| **CODE BÂTIMENT** | voir p.26 |
| **CODE DISCIPLINE** | voir p.25 |
| **PHASE** | APS, APD, PRO, DCE, EXE, DOE, … |
| **DATE** | format AAAAMMJJ |

### Export IFC

Par défaut, les IFC doivent impérativement être exportés avec les options suivantes :

* Quantités de base : informations quantitatives normalisées.
* Jeux de propriétés logiciel
* Jeux communs IFC

### Codification des livrables 2D

Les livrables 2D correspondent à l’ensemble des fichiers et documents extraits et produits à partir d’une maquette numérique spécifique. Conformément au présent Cahier des Charges BIM, les intervenants doivent livrer, à chaque publication officielle les formats suivants :

* DWG
* PDF
* XLSX

Les règles de nommages des livrables 2D se doivent d’être respectées via le principe ci-dessous :

**CODE BÂTIMENT\_CODE DISCIPLINE\_PHASE\_NIVEAU\_DESCRIPTION\_INDICE\_DATE**

|  |  |
| --- | --- |
| CODE BÂTIMENT | voir p.25 |
| CODE DISCIPLINE | voir p.25 |
| PHASE | APS, APD, PRO, DET, EXE, AOR, DOE, … |
| CODE NIVEAU | voir p.25 (Indiquez “TTN” pour tous niveaux au besoin) |
| DESCRIPTION | Description du fichier |
| INDICE | Version du plan (A, B, C, …) |
| DATE | format AAAAMMJJ |

Note sur les livrables 2D

Il est demandé que les livrables 2D, qui restent les documents contractuels de l’opération, soient constitués d’extraction directe de la maquette numérique, afin de garantir la cohérence des données. L’ensemble des documents (plans, nomenclatures, études, …) sont donc issus de la maquette et cohérents entre eux.

De façon générale, le type et la nature des entités et informations présentes dans la maquette numérique devront au minimum correspondre aux informations présentes de façon traditionnelle dans les documents graphiques 2D (plans, coupes, façades) aux différentes phases du projet.

Par exemple : les portes, sanitaires, équipements, calepinages de façade qui figureront dans les livrables 2D extraits de la maquette numérique, donc extraits du modèle 3D, devront avoir au minimum le même niveau de représentation graphique que lorsqu’ils étaient dessinés en 2D auparavant.

**Une indication relative au nom de la maquette ayant servi à la sortie des plans 2D est obligatoire.**

## Formats des livrables

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LIVRABLES** | **PHASES** | **FORMATS** |
|  |  |  |
| Maquettes IFC | Toutes | Format 2X3 |
| Maquettes natives | Toutes | Format natif |
| Plans, coupes, élévations, détails | Toutes | PDF - DWG |
| Tableaux de surface | Toutes | PDF - EXCEL |
| Nomenclatures | Toutes | PDF - EXCEL |
| Rapports d’analyse des maquettes | Toutes | PDF - BCF |
|  |  |  |

## Liste des livrables

| **Phases** | **Objectifs** | **Attendus** |
| --- | --- | --- |
| Offre | * Vérification de la cohérence des informations entre le modèle numérique et le programme. * Appréciation des volumes intérieurs et des aspects extérieurs de l’ouvrage. | * Maquettes IFC et natives (AB + SIT (SIT : projet + liaisons)) * Livrables 2D (Type loi MOP) issus des maquettes numériques aux formats PDF et DWG * Pré Convention BIM de Conception * Tableau de l’ensemble des surfaces |
| APS/APD | * Etudes complétées et fondées sur l’ESQ * Prise en compte des observations de la MOA * Développement de la production | * Maquettes IFC et natives AB+SIT (APS) * Maquettes IFC et natives (Toutes en APD) * Livrables 2D (Type loi MOP) issus des maquettes numériques aux formats PDF et DWG * Convention BIM dès l’APS * Tableau de l’ensemble des surfaces * Nomenclatures (suivant souhait MOA) |
| PRO | * Etudes complétées et fondées sur l’APD * Prise en compte des observations de la MOA, du BCT et du CSPS * Ajustements possibles pour donner suite aux remarques du PC * Développement de la production | * Maquettes IFC et natives (Toutes) * Livrables 2D (Type loi MOP) issus des maquettes numériques aux formats PDF et DWG * Tableau de l’ensemble des surfaces * Nomenclatures (suivant souhait MOA) |
| EXE | * Réalisation de l’ouvrage | * Maquettes IFC et natives (Toutes) * Livrables 2D (Type loi MOP) issus des maquettes numériques aux formats PDF et DWG * Convention BIM d’Exécution * Nomenclatures (suivant souhait MOA) |
| DET | * Vérification de la cohérence de la construction entre les travaux, les documents contractuels des marchés, la réglementation à laquelle ce dernier fait référence ainsi qu’au projet initial | * Maquettes IFC et natives « as built » (Toutes) * Livrables 2D (Type loi MOP) issus des maquettes numériques aux formats PDF et DWG * Nomenclatures (suivant souhait MOA) |
| DOE | * Mise en place de l’exploitation maintenance du bâtiment | * Maquettes IFC et natives « as built » (Toutes) * Livrables 2D (Type loi MOP) issus des maquettes numériques aux formats PDF et DWG (PV, certificats inclus) * Nomenclatures par lot des éléments construits * Bases de données issues des maquettes numériques (FT incluses) |

**NOTA :**

Les livrables BIM décrits ci-dessus ne sont pas exclusifs des livrables contractuels habituels qui, sauf indication contraire, restent demandés et font office de références contractuelles. En cas d’incohérence entre les données issues de la maquette et les livrables papiers, ces derniers prévalent.

La maquette numérique est ainsi livrée en complément des documents usuels (plans, coupes, façades, pièces écrites) qui constituent l’objet principal du marché.

Il est cependant exigé que ces livrables 2D soient produits par extraction depuis la maquette numérique, sans traitement ultérieur ou parallèle, afin de garantir la cohérence et l’intégrité des données.

# Classifications

## Convention de paramétrage des IFC 2x3

Les exports BIM au format IFC sont liés aux logiciels utilisés et à leurs paramétrages. Il est important de veiller à la bonne configuration de ces derniers afin de respecter les standardisations ISO.

La précision des informations contenues dans le BIM ne doit pas être inférieure à celle requise pour la production des autres documents. Le niveau de détail pour chaque phase du dialogue est indiqué dans le guide de rédaction de chacune de ces phases.

* **Les éléments verticaux** séparant les bâtiments entre eux seront représentés par des objets de la classe IfcWall. Ils seront décomposés en autant d’éléments que de niveaux.
* **Les dalles et planchers** seront représentés par des objets de la classe IfcSlab. Les planchers seront prolongés jusqu’au nu extérieur des murs, quel que soit le principe constructif et la nature de la liaison entre murs et planchers.
* L**es toitures** seront représentées par des objets de la classe IfcRoof.
* **Les fenêtres extérieures et intérieures** seront représentées par des objets de la classe IfcWindow.
* **Les portes et portes fenêtres extérieures et intérieures** seront représentées par des objets de la classe IfcDoor.
* **Les cloisons et murs** seront représentés par des objets de la classe IfcWall. Ils seront décomposés en autant d’éléments que de niveaux.
* **Les murs-rideaux** seront représentés par des objets de la classe IfcCurtainWall. Ils seront décomposés en autant d’éléments que de niveaux.
* **Tous les locaux et espaces,** qu’ils soient clos ou non, couverts ou non seront représentés par des objets de la classe IfcSpace.
* **Les poteaux** seront représentés par des objets de la classe IfcColumn.
* **Les poutres** seront représentées par des objets de la classe IfcBeam.
* **Les escaliers** seront représentés par des objets de la classe IfcStair.
* **Les garde-corps** seront représentés par des objets de la classe IfcRailing.
* **Les plafonds** seront représentés par des objets de la classe IfcCovering.
* **Les fondations** seront représentées par des objets de la classe IfcFooting.
* **Les équipements sanitaires** seront représentés par des objets de la classe IfcFlowTerminal.
* **Le mobilier** relié à un réseau sera représenté par des objets de la classe IfcFlowTerminal.
* **Le mobilier** non relié à un réseau sera représenté par des objets de la classe IfcFurnishingElement.

En outre, les maquettes devront vérifier les contraintes suivantes :

* L’épaisseur des parois doit correspondre à l’épaisseur globale et ne pas se limiter à la partie porteuse.
* **Les gaines** seront représentées de telle sorte que leur incidence sur la surface des locaux soit prise en compte.
* **Les terminaux** seront décrits comme des objets afin qu’il soit possible de connaître leur localisation et de les dénombrer selon leur type. Ils seront représentés par des objets des classes correspondant à leur fonction comme IfcFlowTerminal
* **Les réseaux** **et leurs raccords** seront respectivement représentés par des objets de la classe IfcFlowSegment et IfcFlowitting.
* **Les accessoires** seront, selon les cas, représentés par des objets des classes IfcFlowController, IfcFlowTreatmentDevice et IfcFlowMovingDevice. Se rapprocher de la documentation Buildingsmart et de l’annexe au Cahier des Charges BIM au besoin.
* **Les équipements** seront, selon les cas, représentés par des objets des classes IfcEnergyConversionDevice et IfcDistributionFlowElement. Se rapprocher de la documentation Buildingsmart et de l’annexe au Cahier des Charges BIM au besoin.
* **Tout objet** devra être associé à un objet type indiqué dans l’attribut *ObjectType*. Le libellé des objets types sera parfaitement explicite. Il permettra d’établir le lien avec les informations fournies par les entreprises sur les solutions mises en œuvre (marque, fabriquant, etc.) et avec la documentation dont les fiches « produit ».
* **La composition des éléments** sera définie explicitement par référence à un matériau (*IfcMaterial*), une liste de matériaux (*IfcMaterialList*), une couche (*IfcMaterialLayer*) ou une liste de couches (*IfcMaterialLayerSet*)
* **Les regroupements de locaux** (Locaux Technique, Circulation, etc.) seront définis explicitement (*IfcZone*) ou seront déductibles des attributs des locaux.
* Tous les objets et éléments dont la classe IFC n’aura pas été déterminée, dans la liste ci-dessus ou l’annexe, seront à intégrer à la classe IfcBuildingElementProxy.

## Classification IFC 2x3

| **CLASSE IFC** | **EXEMPLE D’OBJET** | **DISCIPLINE(S) CONCERNEE(S)** |
| --- | --- | --- |
| IfcBeam | Poutre | GO / AB / SIT |
| IfcBuildingElementProxy | Arbre | SIT |
| IfcColumn | Poteau | GO / SIT / AB |
| IfcCovering | Plafond, Isolation | AB / MEP\* |
| IfcCurtainWall | Mur-rideau | AB |
| IfcDistributionControlElement | Alarme incendie | MEP\* |
| IfcDistributionFlowElement | Armoire | MEP\* |
| IfcDoor | Porte | AB |
| IfcEnergyConversionDevice | Chaudière | MEP \* |
| IfcFlowController | Vanne | MEP\* |
| IfcFlowFitting | Raccord | MEP\* |
| IfcFlowMovingDevice | Pompe | MEP\* |
| IfcFlowSegment | Réseau | MEP\* |
| IfcFlowStorageDevice | Batterie | MEP\* |
| IfcFlowTerminal | Prise | AB / MEP\* / SIT |
| IfcFlowTreatmentDevice | Filtre | MEP\* |
| IfcFooting | Semelle | GO |
| IfcFurnishingElement | Mobilier | AB |
| IfcRailing | Garde-corps | AB |
| IfcRoof | Toiture | AB / GO |
| IfcSlab | Dalle | AB / GO / SIT |
| IfcSpace | Pièce | AB |
| IfcStair | Escalier | AB / GO |
| IfcTransportElement | Ascenseur | AB |
| IfcWall | Mur, Cloison | AB / GO / SIT |
| IfcWindow | Fenêtre | AB |

*NB : L’utilisation du terme « MEP » regroupe les disciplines CV / PB / PNE / FM / ELE / SEC*

# Droits d’usages

## Propriété matérielle et intellectuelle

L’ensemble des éléments liés à la Maquette Numérique sous ses différentes versions et ses représentations, qu’il s’agisse des résultats générés, des Données, des Bases de Données projet, des maquettes métiers, des éléments apportés ou modifiés au cours des revues BIM, quel que soit le moment où ces éléments sont apportés, les documents graphiques ou préparatoires intégrés (plans, coupes, dessins, modèles), etc. sont désignés sous le terme « Eléments Protégés ».

Le Cahier des Charges BIM emporte cession au profit du CHM de tous les droits de propriété intellectuelle auxquels les Eléments Protégés peuvent, ou ont pu, donner lieu et ce jusqu’au terme du projet. En conséquence, les Constructeurs\*, intervenants et contributeurs (qu’ils soient producteurs BIM ou non) cèdent à titre exclusif les droits suivants au CHM et celui-ci sera seul titulaire des droits patrimoniaux suivants attachés aux Eléments Protégés, pour le monde entier, à titre exclusif et jusqu’à la fin du projet. Ainsi, le CHM aura toute liberté pour exercer notamment, à titre gratuit ou onéreux :

* Le droit de reproduction de tout ou partie des Eléments Protégés, pour quelque usage que ce soit, par quelque procédé que ce soit connu ou inconnu et sur tous supports, physiques ou numérique, informatique
* Le droit d’adaptation : le droit de modifier, directement ou indirectement, en tout ou partie, de corriger, de faire migrer Eléments Protégés vers tout autre système ou plateforme, d’en réaliser de nouvelles versions, de décompiler, réécrire, traduire en toute langue, transcrire dans tout langage de programmation, porter sur toute configuration, interfacer avec tout logiciel, base de données, produit informatique, à toutes fins, d'en intégrer tout ou partie vers ou dans des œuvres existantes ou à venir, et ce sur tous supports
* Le droit de représentation

Les Constructeurs, intervenants, producteurs ou contributeurs reconnaissent que la contrepartie financière de la présente cession est incluse dans le montant global de leurs prestations. Ils ne pourront de ce fait prétendre à aucune rémunération complémentaire pour la cession des droits de propriété intellectuelle visés au présent article.

Les droits cédés s'étendent également aux évolutions, corrections, nouvelles versions, et ce, y compris les travaux de conception préparatoires dans toutes leurs versions et évolutions ainsi que tous travaux s’y rapportant dans le cadre du processus BIM.

Ces droits sont acquis automatiquement au fur et à mesure de la réalisation de ces Eléments Protégés ou de leur apport au processus BIM, en conformité avec l’article L. 131-1 du Code de la propriété intellectuelle. Les Constructeurs, intervenants, producteurs ou contributeurs s'obligent à remettre au CHM, au fur et à mesure de leur réalisation, les Eléments Protégés. Ces éléments doivent être suffisamment complets et détaillés pour permettre au CHM d’exercer librement les droits susvisés. Les modèles BIM doivent être livrés in fine au CHM sous forme de fichiers natifs non verrouillés et droits de modification libérés.

## Données personnelles

Le Cahier des Charges BIM est régi par le RGPD, le Règlement Général sur la Protection des Données et composé de six principes de base que la MOE dans son ensemble s’engage à respecter :

* Égalité, équité et transparence : s’assurer que votre collecte de données soit en accord avec la loi.
* Raison de la collecte : Cette dernière doit être mentionnée clairement. Ces données doivent être collectées dans un but précis.
* Minimisation : seules les données utiles doivent être collectées par une entreprise afin de limiter les risques en cas de violation. Selon le RGPD, toute violation constitue un risque pour les individus et doit donc être rapportée.
* Exactitude : afin d’être bien protégées, les données se doivent d’être exactes. Toute erreur doit être modifiée/effacée et tout individu peut faire une demande de changement ou de suppression de ses données.
* Limite de stockage : les entreprises doivent supprimer toute donnée non nécessaire.
* Intégrité et confidentialité : toute entreprise doit mettre en place un système de sécurité correspondant au niveau de risque auquel elle fait face.

## Sécurité des données

Comme tous les systèmes d’information d’un projet, les outils liés au BIM se doivent de répondre aux mêmes exigences de sécurité et de confidentialité.

Il est exigé de la part des maîtres d’œuvre du projet, la conformité à la politique de sécurité des systèmes d’information de l’Etat et au règlement (UE) 2016/679 du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données.

Toute personne physique doit se prévaloir d’une protection contre les programmes malveillants (virus, malware, …) et la cybercriminalité en règle générale, au travers de pare-feu et logiciels capables d’identifier et d’effacer les menaces informatiques.

Chaque contributeur, au processus de collaboration BIM de niveau 2, s’assurera de la sécurité informatique de ses maquettes et de ses données par tous les moyens.

## Assurances

Chaque intervenant s’engage à déclarer sa mission dans le cadre de sa responsabilité professionnelle et de souscrire une assurance permettant la mise en jeu de garanties en adéquation avec la nature et les caractéristiques du projet.

# Annexe

* Annexe 1 – Paramétrage des objets