

**CAHIER DES CHARGES BIM**

**RESTRUCTURATION DE L’ENSEMBLE CENTRAL DE L’ÉCOLE POLYTECHNIQUE**

Table des matières

[1. VERSIONS 4](#_Toc153996983)

[2. INTRODUCTION 4](#_Toc153996984)

[2.1. STRATEGIE NUMERIQUE DE POLYTECHNIQUE 4](#_Toc153996985)

[2.2. OBJET DU DOCUMENT 4](#_Toc153996986)

[2.3. APPLICATION, LIMITES ET ATTENDUS 4](#_Toc153996987)

[3. CONTEXTE DE L’OPERATION 5](#_Toc153996988)

[3.1. CONTEXTE 5](#_Toc153996989)

[3.2. INTERVENANTS DU PROJET 5](#_Toc153996990)

[3.3. PLANNING PREVISIONNEL DE L’OPERATION 6](#_Toc153996991)

[3.4. PERIMETRE BIM DU PROJET 6](#_Toc153996992)

[3.5. LES OBJECTIFS BIM DE LA MAITRISE D’OUVRAGE 6](#_Toc153996993)

[3.6. LES LOGICIELS UTILISES PAR L’ECOLE POLYTECHNIQUE 9](#_Toc153996994)

[4. ETENDUE DES PRESTATIONS 9](#_Toc153996995)

[4.1. SYNTHESE DES PRESTATIONS EN MISSIONS DE BASE 9](#_Toc153996996)

[4.2. LIVRABLES PAR PHASE 10](#_Toc153996997)

[5. MANAGEMENT DU PROJET 15](#_Toc153996998)

[5.1. STANDARDS ET REFERENCES DOCUMENTAIRES 15](#_Toc153996999)

[5.2. ROLES ET RESPONSABILITES 16](#_Toc153997000)

[5.3. TABLEAU DE REPARTITION DES TACHES LIEES AU PROCESSUS BIM 19](#_Toc153997001)

[5.4. ORGANISATION DES REUNIONS 20](#_Toc153997002)

[5.5. SYNTHESE 20](#_Toc153997003)

[5.6. VISA 20](#_Toc153997004)

[5.7. MISE A JOUR DE LA CONVENTION 20](#_Toc153997005)

[5.8. PLATEFORME COLLABORATIVE 20](#_Toc153997006)

[5.9. DROIT D’ACCES A L’ENVIRONNEMENT COMMUNS DE DONNEES 21](#_Toc153997007)

[5.10. NON-RESPECT DU CAHIER DES CHARGES 21](#_Toc153997008)

[6. CLAUSES TECHNIQUES ET CONTENU DE LA MAQUETTE 22](#_Toc153997009)

[6.1. CODIFICATION DES FICHIERS 22](#_Toc153997010)

[6.2. FORMATS D’ECHANGES ET DE LIVRABLES 22](#_Toc153997011)

[6.3. GEOREFERENCEMENT DU PROJET 23](#_Toc153997012)

[6.4. SEGEMENTATION DES MAQUETTES NUMERIQUES 23](#_Toc153997013)

[6.5. ARBORESCENCE SPATIALE 23](#_Toc153997014)

[6.6. MODELISATION DES OBJETS 24](#_Toc153997015)

[6.7. COMPOSITION DES ELEMENTS 25](#_Toc153997016)

[6.8. USAGES DE CARACTERES ACCENTUES 25](#_Toc153997017)

[6.9. libelles des objets dans la maquette numerique 25](#_Toc153997018)

[6.10. UNITES ET PRECISIONS 25](#_Toc153997019)

[6.11. CONFORMITE DES LIVRABLES 26](#_Toc153997020)

[6.12. NIVEAU DE DETAIL 27](#_Toc153997021)

[6.13. LE SYSTEME DE CLASSIFICATION 27](#_Toc153997022)

[6.14. RENSEIGNEMENT DE PARAMETRE 28](#_Toc153997023)

[7. DOE NUMERIQUE 29](#_Toc153997024)

[7.1. PREAMBULE 29](#_Toc153997025)

[7.2. STRUCTURE DU DOE NUMERIQUE 29](#_Toc153997026)

[7.3. LIVRAISON DU DOE NUMERIQUE 29](#_Toc153997027)

[7.4. ARBORESCENCE DU DOE NUMERIQUE 29](#_Toc153997028)

[8. GESTION EXPLOITATION MAINTENANCE EN BIM 31](#_Toc153997029)

[9. DROITS DE PROPRIETE INTELLECTUELLE 31](#_Toc153997030)

[10. ANNEXE 1 : TABLEAU DE NIVEAU DEVELOPPEMENT 32](#_Toc153997031)

# VERSIONS

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Rédacteur | Relecteur | Valider par | Date | Version |
| Eloïse Beuriot AMO BIM – BIM in motion | Méryll Guérin  AMO BIM – BIM in motion |  | 15.11.2023 | V1 |
| Eloïse Beuriot AMO BIM – BIM in motion | Méryll Guérin  AMO BIM – BIM in motion |  | 01.12.2023 | V2 |
| Eloïse Beuriot AMO BIM – BIM in motion | Méryll Guérin  AMO BIM – BIM in motion |  | 19.12.2023 | V3 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

# INTRODUCTION

## STRATEGIE NUMERIQUE DE POLYTECHNIQUE

L’École polytechnique, assure la maîtrise d’ouvrage et l’exploitation et la maintenance de ses ouvrages, c’est pourquoi, elle souhaite aujourd’hui implémenter le BIM sur ses projets neufs et ses projets de réhabilitation et de rénovation.

L’objectif de cette implémentation est un meilleur suivi du projet mais surtout une meilleure connaissance du patrimoine. En effet, l’École polytechnique dispose d’un patrimoine conséquent est varié (gymnase, salles de classes, salles de conférences, laboratoire, logements, musée…).

## OBJET DU DOCUMENT

Le présent cahier des charges a pour objectif de décrire les missions de la maîtrise d’œuvre ainsi que les objectifs et exigences BIM de la maîtrise d’ouvrage concernant l’organisation de son projet, depuis la conception jusqu’à la livraison et au parfait achèvement des travaux. Il définit également les prestations et obligations du Titulaire du marché lors des échanges de données sous la forme de maquette numérique.

Le présent document a été bâti sur la base des normes ISO 19650-1 et 19650-2 [1] qui constituent le socle de la gestion de projet BIM. Les principaux éléments de documentations techniques de ce corpus sont les PAS 1192-2 et PAS 1192-3, et les standards documentaires de référence en matière de BIM édités par BuildingSMART France.

## APPLICATION, LIMITES ET ATTENDUS

Le cahier des charges BIM est l’expression des besoins de l’École polytechnique en matière de BIM. En ce sens, il ne définit ni les processus, ni les méthodes, ni les outils qu’il revient au contributeur de définir et de mettre en place dans leur domaine de responsabilité pour satisfaire les objectifs de la Maîtrise d’Ouvrage. Le cahier des charges est spécifique à chaque projet.

Dans ce cadre, les candidats devront rédiger une pré-convention qui définira les modalités et processus BIM pour le projet en réponse au présent cahier des charges. Il décrira notamment les rôles, les responsabilités, les tâches et les processus inhérents à l’exécution du projet tout au long des différentes phases.

Lorsque le lauréat sera adjudicataire du marché, la pré-convention fera l’objet d’un engagement contractuel après consensus entre toutes les parties prenantes qui ne pourront s’en dédouaner sous aucun prétexte (manque de formation, compétences, ou encore financier). Après accord entre la maîtrise d’ouvrage et les lauréats sur la pré-convention, celui-ci sera nommé « CONVENTION BIM ».

Un processus de contrôle devra être mis en place par le Titulaire du marché tout au long du processus de production des données BIM afin de garantir au maître d’ouvrage le respect du présent cahier des charges.

Le lauréat aura la mission de BIM pour les phases de ESQ, APD, PRO et EXE, ainsi que les livraisons de DOE Numérique et de DEO (Dossier d’Exploitation des Ouvrages) pour l’exploitation l’ouvrage.

Dans le cadre de la loi MOP, l’adjudicataire de la mission de Maitrise d’œuvre/MGP a pour obligation de vérifier au fur et à mesure du projet, les informations fournis par les entreprises afin d’avoir un DOE à jour et parfaitement conforme au tel que construit.

Dès la phase DCE, lors de la phase EXE, les entreprises citées devront fournir une maquette BIM tel que construit. Les entreprises ne devant pas fournir obligatoirement de maquette numérique seront responsable de donner au MOE des informations à jour sur les équipements de projet (marque, références, caractéristiques, fiche technique, etc.) et les données géométriques (plans, façades, coupes etc.). A son tour et grâce à ces données partagées par les entreprises, la maîtrise d’œuvre met la maquette numérique à jour pour le DOE.

# CONTEXTE DE L’OPERATION

## CONTEXTE

Dans le cadre du projet l’Ecole polytechnique a souhaité mettre en place un processus BIM.

Ce projet étant un projet de restructuration, des usages spécifiques sont envisagés afin de répondre à l’objectifs principal.

## PERIMETRE BIM DU PROJET

Il est convenu que le périmètre du BIM est le même que celui de l’opération.

Le cahier des charges BIM est uniquement dédié à la mise en place du BIM sur l’opération, il ne remplace pas les documents traditionnellement prévus au contrat entre le maître d’ouvrage et les co-contractants ; ses objectifs sur l’opération, indépendamment du BIM, sont ainsi énoncés dans son marché d’appel à la concurrence.

Les attentes de la Maîtrise d’Ouvrage sont définies sous forme d’objectifs généraux puis d’objectifs BIM et sont enfin traduits sous forme d’usage BIM.

Un usage BIM est une description du processus BIM mis en place pour atteindre un objectif fixé.

**OBJECTIF > OBJECTIF BIM > USAGE BIM**

**NOTA : Une description des moyens mis en œuvre, de la méthodologie et du format des livrables pour atteindre ces objectifs BIM, seront rédigés par le BIM Manager. Il est attendu des cocontractants de s’inscrire dans cette démarche et d’y participer à travers des échanges et des réunions.**

Les ouvrages non concernés par les travaux ne sont pas concernés par le BIM. Seule la distribution au plus simple de tous les ouvrages (pour permettre l’existence des objets pièces) est demandée de manière exhaustive

## LES OBJECTIFS BIM DE LA MAITRISE D’OUVRAGE

Comme évoqué précédemment l’École polytechnique souhaite mettre en place un processus BIM pour ce projet **afin de fiabiliser et faciliter la mise à jour des données patrimoniales et techniques.**

Pour répondre à cet objectif principal, l’École polytechnique l’a découpé en plusieurs objectifs afin de mettre en place les usages nécessaires à chaque phase du projet.

Pour chaque sous objectifs, l’École polytechnique y a associé des usages simples.

Les usages choisis par l’École polytechnique sont les suivants :

* Modélisation du site, des objets et informations de maquettes numériques par spécialités.
* Production de livrables via les maquettes numériques et export de données
* Utilisation des maquettes numériques pour optimiser la prise de décision

Les objectifs et les usages sont détaillés et associés dans le tableau ci-dessous et sont priorisé de la manière suivante :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Phase | Objectifs | Description | Usage associés |
| ESQ  APS  APD  PRO  EXE | Vérification facilitée du programme lors des phases de conception et de réalisation | Permet d’analyser et vérifier le programme et le comparer par rapport aux informations de la maquette numérique (performance du projet, exigences spatiales, contrôle de l’adéquation entre le projet de conception et le programme) Et dans un second temps la conception et l’exécution du projet via l’utilisation de la maquette numérique (détection de conflits, synthèse architecturale facilitée) | Utilisation de la maquette numériques comme base de production des livrables traditionnels d'un projet : plans de toutes sortes, coupes, élévations, perspectives, quantitatifs, etc.  Export des tableaux de nomenclature de portes, fenêtre, équipements, ect.  Le tout afin de vérifier les éléments du programme et le respect des exigences.  Extractions des quantitatifs du projet à partir de la maquette numérique par l’utilisation de nomenclatures.  Gestion de conflits à partir de maquettes numériques synthèses géométrique et techniques  Organisation et coordination tous corps d’état |
| APS  APD  PRO  EXE  DOE | Intégrer les organes essentiels pour une meilleur connaissance des équipements et des réseaux (Réseaux/organe principaux/zone de couverture associés aux réseaux CVCP/ELE/Bornes incendies – équipement essentiels) | Processus de modélisation des équipements au fur et à mesure du projet | Modélisation ou intégration d’objets génériques et/ou de fabricants, géoréférencés dans le modèle numérique, intégrant une codification précise et certaines données liées à l’objet nécessaire à l’exploitation maintenance de l’équipement. |
| APS  APD  PRO  EXE  DOE | Créer une base de données fiable pour la GEM | Processus par lequel les objets préalablement modélisés, sont renseigné au fur et à mesure du projet afin de créer une base de données utile à chaque phase du projet et fiabilisé en DOE pour obtenir la base donnée exploitation maintenance | Les données alphanumériques liées à la maintenance sont mises à jour et remontées dans les outils de gestion sont intégré dans la maquette numérique en fonction du tableau de niveau de développement en annexe.  Extractions des données significatives du projet et des objets à partir de la maquette numérique par l’utilisation de nomenclatures.  Les données alphanumériques liées à la maintenance sont mises à jour et remontées dans les outils de gestion |
| PRO  EXE  DOE | Fiabilisation du DOE et des plans de recollement pour une meilleure connaissance du patrimoine et des réseaux | Processus par lequel le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) et le DIUO (Dossier d’Interventions Ultérieures sur l’Ouvrage) sont produits totalement à partir des maquettes numériques et diffusés à la MOA.  Ce processus s’appuie sur la consolidation des maquettes. | Opération préalable à la réception :  La maquette numérique sert de support pour le suivi des réserves (le statut de chaque réserve est indiqué)  Les informations associées à la réserve (photo, plan, détail, dessin, …) sont disponibles dans la maquette numérique.  Actualisation des maquettes numériques :  Actualisation de la maquette numérique en vue d’obtenir un DOE numérique (plans, coupes, détails, …) conforme à la réalité physique.  Cette maquette sera par la suite, transformée en Maquette d’Exploitation – Maintenance pour l’utilisation de la Métropole.  Vérification du tel que construit par rapport à la maquette à l’aide d’outils de réalité augmentée (exemple : Horus).  Visualisation, via une tablette sur site, des équipements et réseaux depuis la maquette. |
| DOE | Elaboration de la maquette BIM GEM | Usage grâce auquel les ouvrages et équipements sont définis, maintenus et mis à jour. | Réception et purge de la Maquette DOE de toutes informations (géométriques et de propriétés) acquis jusqu’au DOE et qui ne seraient pas utiles pour l’Exploitation et la Maintenance.  Cette Maquette devient alors de la Maquette d’Exploitation – Maintenance (MNEM)  Obtention, contrôle et validation de la Maquette d’Exploitation – Maintenance afin de l’intégrer dans les logiciels de maintenance. |

## LES LOGICIELS UTILISES PAR L’ECOLE POLYTECHNIQUE

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Type de logiciel | Nom | Fonction | Editeur |
| Plateforme d’échange de fichiers plateforme BIM/GEM | 3Dexpérience | Plateforme collaborative | Dassault |
| Logiciels de modélisation | Catia | Logiciel de modélisation | Dassault |
| Logiciels de dessin | Autocad | Logiciel de CAO 2D | Autodesck |

# ETENDUE DES PRESTATIONS

L’adjudicataire accepte chaque mission qui lui est confiée et s’engage à la remplir selon les règles de l’art dans le cadre du présent marché, de son offre financière et dans le respect du planning prévisionnel.

Il se doit également d’intégrer d’éventuelles prescriptions complémentaires pouvant être exigées par les services instructeurs au titre des règles d’urbanisme et de toute autre réglementation en vigueur.

## SYNTHESE DES PRESTATIONS EN MISSIONS DE BASE

Les missions de base de l’adjudicataire sont les suivantes :

* Esquisse (ESQ)
* Avant Projet Sommaire (APS) ;
* Avant Projet Définitif (APD);
* Etude de Projet (PRO)
* Assistance au maître d'ouvrage pour la passation du Contrat de Travaux (ACT)
* Visa sur les études d'exécution (VISA)
* Direction d'Exécution du contrat de Travaux (DET)
* Assistance lors des Opérations de Réception et pendant la Garantie de Parfait Achèvement
* (AOR)

La mission complémentaire BIM consiste à mener intégralement, c’est-à-dire de la conception à la réception, le projet de la maîtrise d’ouvrage sous la démarche BIM définie dans le présent cahier des charges.

Chaque phase de conception débute après validation par la maîtrise d’ouvrage de la phase précédente.

Les listes ci-dessous des éléments à fournir pour chaque phase de conception ne sont pas exhaustives au regard des éléments complémentaires que pourraient demander tout service public dans le cadre de démarches administratives.

Il en est de même au regard des dernières législations en vigueur. Ainsi, le groupement devra s’engager à fournir tout élément complémentaire relevant de la législation en vigueur ou demande de services administratifs de l’Etat. Les formats des livrables BIM sont décrits dans le présent cahier des charges

## LIVRABLES PAR PHASE

|  |  |
| --- | --- |
| Phases | Livrables |
| Faisabilité + | **Livrables** : pré-convention BIM  **Fréquence**: Une fois pour la fin de phase  **Usage BIM** :   * Vérification de la conformité du projet vis-à-vis du programme * Extraction de données/quantitatifs   **Livrable détaillé :** La pré-convention BIM abordera et apportera une réponse au présent cahier des charges BIM. En outre, elle définira les points suivants :   * Les informations du projet : Nom, lieu, géoréférencement * Les acteurs du projet * Le rappel des objectifs BIM du projet * La description des usages BIM du projet (Phase concernée, description du processus réalisé, livrables à obtenir, logiciels utilisés, acteurs concernés) * L’équipe BIM et de BIM Management * La maturité BIM de l’équipe * La répartition des tâches et responsabilités opérationnelles liées au BIM * Le principe de collaboration : réunions de travail, plateforme collaborative, logiciels utilisés, nommage des documents * Le détail de la modélisation : segmentation des maquettes, objets modélisés et niveau de détail * Le détail du processus BIM mis en place pour l’opération |
| APS | **Livrables** : Maquette numérique du projet (IFC 4 + Natif) + Convention BIM + Livrables issus de la maquette numérique  **Fréquence**: Une fois (Rendu en fin de phase).  **Livrables détaillés :** Une maquette par spécialité/discipline (architecture et site) + Convention BIM mise à jour  C’est à partir de ces maquettes que seront produits les pièces graphiques et écrites définies dans le marché (plans, documents, notices, etc.). Les métrés et quantitatifs seront réalisés à partir des maquettes.  Les éléments de la maquette livrée à partir de cette phase devront comporter les informations demandées dans la table des attributs par éléments annexée au cahier des charges.  **Usage BIM :**   * Vérification de la conformité du projet vis-à-vis du programme * Extraction de données/quantitatifs * Création de la base de données * Modélisation des objets nécessaires à l’exploitation maintenance   **Pièces graphiques issues de la maquette numérique :**   * Plan masse à l’échelle [1/500ème] avec indication de l’emprise du projet, du plan de toiture des bâtiments, du tracé des voiries, des aires de stationnement, accès piétons et véhicules, aménagements extérieurs, réseaux divers, des bâtiments voisins, des connexions avec les existants ; * Plans de niveaux à l’échelle de [1/200ème] montrant l’identification des locaux, leur surface ainsi que les flux de circulations (salariés, clients, visiteurs, livraison) ; * Plans des façades à l’échelle de [1/200ème] * Coupes significatives à l’échelle de [1/200ème] |
| APD | **Livrables** : Maquettes numériques par spécialité (Architecture, Structure, CVC, Plomberie, Electricité, Site, VRD) en IFC 4 et Natif + Convention BIM mise à jour.  **Fréquence**: Une fois (Rendu en fin de phase).  **Livrables détaillés :** Une maquette par spécialité/discipline + Convention BIM (si mise à jour)  C’est à partir de ces maquettes que seront produits les pièces graphiques et écrites définies dans le marché (plans, documents, notices, etc.). Les métrés et quantitatifs seront réalisés à partir des maquettes.  Les éléments de la maquette livrée à partir de cette phase devront comporter les informations demandées dans la table des attributs par éléments annexée au cahier des charges.  **Usage BIM** :   * Vérification de la conformité du projet vis-à-vis du programme * Extraction de données/quantitatifs * Création de la base de données * Modélisation des objets nécessaires à l’exploitation maintenance   **Pièces graphiques issues de la maquette numérique :**   * Plan masse à l’échelle [1/500ème] avec indication de l’emprise du projet, du plan de toiture des bâtiments, du tracé des voiries, des aires de stationnement, accès piétons et véhicules, aménagements extérieurs, réseaux divers, des bâtiments voisins, des connexions avec les existants ; * Plans de niveaux à l’échelle de [1/200ème] montrant l’identification des locaux, leur surface ainsi que les flux de circulations (salariés, clients, visiteurs, livraison) ; * Plans des façades à l’échelle de [1/200ème] * Coupes significatives à l’échelle de [1/200ème] * Plans de principe VRD * Plans de repérage plafond * Plans de repérage des sols * Plans de cloisonnement * Plans techniques : structure, CVC, plomberie, électricité CFO/CFA |
| PC | Document réglementaire ainsi que l’ensemble des documents demandés par les services instructeurs. |
| PRO | **Livrables** : Maquettes numériques par spécialité (Architecture, Structure, CVC, Plomberie, Electricité, Site, VRD) en IFC 4 et Natif + Convention BIM mise à jour.  **Fréquence**: Une fois (Rendu en fin de phase).  **Livrables détaillés :** Une maquette par spécialité/discipline + Convention BIM (si mise à jour)  C’est à partir de ces maquettes que seront produits les pièces graphiques et écrites définies dans le marché (plans, documents, notices, etc.). Les métrés et quantitatifs seront réalisés à partir des maquettes.  Les éléments de la maquette livrée à partir de cette phase devront comporter les informations demandées dans la table des attributs par éléments annexée au cahier des charges.  **Usage BIM** :   * Vérification de la conformité du projet vis-à-vis du programme * Extraction de données/quantitatifs * Création de la base de données * Modélisation des objets nécessaires à l’exploitation maintenance   **Pièces graphiques issues de la maquette numérique :**   * Plan masse à l’échelle [1/500ème] avec indication de l’emprise du projet, du plan de toiture des bâtiments, du tracé des voiries, des aires de stationnement, accès piétons et véhicules, aménagements extérieurs, réseaux divers, des bâtiments voisins, des connexions avec les existants ; * Plans de niveaux à l’échelle de [1/200ème] montrant l’identification des locaux, leur surface ainsi que les flux de circulations (salariés, clients, visiteurs, livraison) ; * Plans des façades à l’échelle de [1/200ème] * Coupes significatives à l’échelle de [1/200ème] * Plans de principe VRD * Plans de repérage plafond * Plans de repérage des sols * Plans de cloisonnement * Détails significatifs * Plans techniques : structure, CVC, plomberie, électricité CFO/CFA |
| EXE | Pour la modélisation et l’enrichissement de la maquettes, trois cas de figure sont possibles :   * L’Entreprise modélise : elle devra à la fois modéliser les maquettes EXE qui serviront pour les plans EXE et devra les renseigner en vue notamment du DOE Numérique. * L’Entreprise ne modélise pas : elle participe à l’enrichissement des maquettes par le bais de fichiers Excel qui lui seront communiqués par le BIM Manager. La liaison entre le tableur et la maquette numérique sera à la charge du BIM Manager. * La MOE a la mission totale EXE : elle devra modélisation les maquettes EXE, les entreprises pourront enrichir les maquettes en fonction de leur retour   **Livrables** :   * Maquettes numériques par spécialités (IFC 4 + Natif). * Nomenclatures (cf Cas d’usage)   **Fréquence**: Mise à jour de la maquette une fois par mois au minimum (fréquence à définir en fonction du chantier).  **Objectif** : L'exécution des travaux doit permettre de s'assurer :   * Que les travaux sont effectués conformément au projet architectural ainsi qu'aux dispositions des documents contractuels des marchés conclus entre le Maître d'Ouvrage et [la Maîtrise d’œuvre EXE/l’Entreprise]. * Que les travaux sont effectués conformément à la réglementation à laquelle le marché fait référence.   **Livrables détaillés**:   * De la part des Entreprises qui modélisent : Les maquettes numériques par métier (hors Architecte). * De la part des Entreprises qui ne modélisent pas : Le ou les fichiers Excel renseignés qui seront implémentés dans la maquette Architecte * Par l’architecte, la mise à jour géométrique de la maquette Architecte et de la maquette Site * De la part de la MOE (mission EXE) : Les maquettes numériques par métier.   Il est attendu des maquettes numériques des entreprise et de la maitrise d’œuvre de pouvoir :   * Signaler les problématiques identifiées sur le chantier (collisions, incohérences…) * Utiliser les BCF pour formuler les remarques directement sur la maquette, notamment celles liées à la coordination entre les intervenants. * Faire le lien avec tous les plans d’EXE qui sont issus de la maquette   **Usage BIM** :   * Support de communication et de décision lors des réunions de projet. * Valider les partis pris fonctionnels et architecturaux grâce à la maquette * Vérification de la conformité du projet vis-à-vis du programme * Extraction de données/quantitatifs * Visualisation de l’installation de chantier et du phasage des travaux * Synthèse technique |
| AOR - DOE | **AOR :**  **Objectif** : Cet élément de mission a pour objet de permettre au Maître d'Ouvrage de prononcer la réception et obtenir la levée des réserves éventuelles.  **Fréquence**: Une seule fois en fin de phase  **Livrable détaillé et usage BIM**: Une maquette par spécialité + une maquette de coordination (compilée) permettant de :   * Mettre en œuvre l’utilisation de la Maquette Numérique de fin de phase DET afin d’établir la liste des réserves * Effectuer le suivi des réserves levées et celles restantes par le biais de la maquette numérique   **DOE :**  **Objectif** :Cet élément de mission a pour objet de permettre au Maître d'Ouvrage de constituer le dossier des ouvrages exécutés nécessaires à l'exploitation de l'ouvrage  **Fréquence** : Une seule fois en fin de phase  **Livrable détaillé**: La convention BIM EXE, une maquette par spécialité ainsi qu’une maquette de coordination (compilée) déposées :   * Selon l’architecture du dossier DOE numérique défini **via la plateforme** **collaborative** et permettant la validation des rendus au fil de l’eau sur la durée de la GPA (1 année) : * Maquette numérique tel que construite natif et IFC * Informations et attributs selon l’annexe 01 du cahier des charges BIM   **En complément de la maquette numérique DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) :**  Au titre du présent élément de mission, le BIM Manager remet au maître de l'ouvrage les pièces écrites et graphiques qui ont été établis pour la conclusion des marchés de travaux et qui ont été modifiés.  De plus, le BIM Manager et la maitrise d’œuvre recueillent auprès des entreprises et transmet au Maître d'Ouvrage tous les éléments dus au titre de leurs marchés et notamment :   * Les dossiers d'exécution des ouvrages s'ils ont été établis par celles-ci * Les notices de fonctionnement et d'entretien des ouvrages permettant la mise en service et l'exploitation des équipements * Les certificats de garantie contractuelle * Les attestations ou procès-verbaux d'essais et d'épreuves, d'analyses et de traitement. * Eléments à ajouter par la MOA   Toutes les fiches techniques et documents associés à la maquette, comme les diagnostics et attestations obligatoires, doivent être associés grâce à des liens URL **relatifs.**  **Usage BIM** :   * Le DOE tel que prescrit grâce à ce cahier des charges permettra le passage en exploitation de l’ouvrage. **La maquette livrée à cette phase permettra d’aboutir à la Maquette d’Exploitation Maintenance intégrée dans la solution de GTP (Gestion Technique du Patrimoine) de la MOA.** * **Le BIM Manager doit assurer la conformité de la maquette numérique DOE (formats IFC 4 et natif).**   **Usage BIM** :   * Elaboration/Consolidation du DOE Numérique et du DUIO   **Pièces graphiques issues de la maquette numérique :**   * Plan masse à l’échelle avec indication de l’emprise du projet, du plan de toiture des bâtiments, du tracé des voiries, des aires de stationnement, accès piétons et véhicules, aménagements extérieurs, réseaux divers, des bâtiments voisins, des connexions avec les existants ; * Plans de niveaux à l’échelle de montrant l’identification des locaux, leur surface ainsi que les flux de circulations (salariés, clients, visiteurs, livraison) ; * Plans des façades à l’échelle * Coupes significatives à l’échelle * Plans de principe VRD * Plans de repérage plafond * Plans de repérage des sols * Plans de cloisonnement * Détails significatifs * Plans techniques : structure, CVC, plomberie, électricité CFO/CFA |

# MANAGEMENT DU PROJET

Les projets en BIM amènent à de nouvelles pratiques (collaborative) et l’appropriation de nouveaux outils par les acteurs. Aussi il est important de rappeler que les facteurs de réussite d’un projet BIM sont 20% liés aux technologies et 80% liés à l’humain.

Les normes, les standards et les références documentaires liés au BIM devront être respecté afin de mener à bien ce projet. Les rôles et les responsabilités au sein de l’équipe de maitrise d’œuvre et des entreprises devront être claires et précises et décrites dans la convention BIM.

## STANDARDS ET REFERENCES DOCUMENTAIRES

Pour maitriser les risques associés à la mise en place de ce projet en mode BIM, les références documentaires et standards internationaux suivants seront appliqués :

**Gestion de projet BIM :**

* Les standards PAS 1192:2 et PAS 1192 :3, norme ISO 19650-1 er 19650-2 actuellement développées sous la responsabilité du secrétariat ISO/TC 59/SC 13.

**Classification des données du bâtiment :**

* La tables de classification de données du bâtiment utilisée sont par défaut les tables UNIFORMAT. Ces tables respectent la norme ISO 12006-2 : 2015, Construction immobilière - Organisation de l'information des travaux de construction - Partie 2 : Plan type pour la classification de la donnée.

**Echanges de données via les IFC :**

* Norme : ISO 16739

**Niveaux de détails**

* LOD du BIM Forum 2020 : <http://bimforum.org/lod/>

**Convention BIM :**

* [Convention BIM type national](https://www.cerema.fr/fr/actualites/outil-aide-redaction-convention-bim-type-outil-est-ligne) : publication fin 2018 sur le site du PTNB :

**Sécurité informatique**

* Référentiel : PAS 1192-5

Le PAS 1192-5 explique la nécessité d’appliquer des contrôles de fiabilité et sécurité tout au long du cycle de vie du bâtiment (y compris en exploitation/maintenance), il offre une approche holistique.

## ROLES ET RESPONSABILITES

L’équipe BIM est composée de l’ensemble des entités intervenantes du projet qui doivent ou peuvent adhérer à la Convention BIM.

Le BIM Management est l’entité de pilotage BIM, le BIM Manager étant le référent du BIM Management.

Les entités intervenantes dans le projet sont alors Contributeurs BIM, chacun désignera un Coordinateur BIM.

Chaque Contributeur BIM sera chargé de contribuer au projet conformément à la Convention BIM. Au sein d’une partie intervenante, reconnue comme Contributeur BIM, les personnes en charge de la production du projet sont dénommées Producteurs BIM.

Le **Chef de projet ou Chargé d’opération** garantit depuis la conception jusqu’à la livraison de l’ouvrage, la bonne réalisation du projet de construction, dans le respect des objectifs de qualité, de coût et de délai qui lui sont fixés. Il est le représentant du maître d’ouvrage pendant chacune des phases des projets, en assurant jusqu’à l’année de parfait achèvement, le suivi technique, administratif et financier du projet. Le chef de projet utilise la maquette BIM pour visualiser et comprendre le projet : il est de ce fait non-contributeur BIM, mais participant à la démarche BIM du projet.

**Rôle de l’AMO BIM**

L’assistant à Maitrise d’Ouvrage BIM (AMO BIM) accompagne la maîtrise d’ouvrage dans la supervision du processus BIM de l’opération. Il s’assurera que les titulaires du marché de conception et du marché de travaux respecte bien le volet BIM du présent Cahier des Charges BIM.

Les différents rendus, sous forme de maquette numérique BIM, seront vérifiés par l’AMO BIM. Celui-ci rédigera d’une part un rapport d’analyse des contenus des maquettes numériques BIM et un suivi de l’évolution des maquettes numériques à la destination du titulaire du marché et de l’École polytechnique.

De plus, l’AMO BIM, aura pour mission de contrôler en collaboration avec le titulaire du marché la bonne mise en œuvre et la véracité de la base de données du DOE. Pour se faire, il pourra organiser des visites de chantier au fur et mesure de l’avancement afin de contrôler par échantillonnage les tolérances des maquettes numériques avec le tel que construit.

De manière générale l’AMO BIM veillera :

* A l’atteinte des objectifs BIM du maître d’ouvrage.
* Contrôle la qualité des maquettes numériques et leur conformité vis-à-vis du présent cahier des charges BIM et de la convention BIM.
* Surveiller la démarche BIM du projet

**Rôle du BIM Manager**

Le BIM Manager est responsable du BIM Management du projet. Son rôle est de mettre en place au sein de son équipe, d’auditer et de coordonner le processus BIM, les différentes maquettes numériques BIM et les différents documents BIM produits. Il rédigera la convention BIM du projet qui est une réponse au Cahier des Charges BIM de la maîtrise d’ouvrage et mettra en place l’ensemble des circuits de validation internes des différents types de documents BIM et les différents circuits de validation externes en collaboration avec l’École polytechnique et l’AMO BIM. Ce document contractuel définit les conditions dans lesquelles les prestataires de l’équipe de maîtrise d’œuvre vont travailler ensemble (rôles, méthodes et moyens) pour atteindre les objectifs de l’École polytechnique.

Le BIM Manager vérifie également le respect des livrables BIM auprès des différents Coordinateurs BIM. Le BIM Manager fait partie intégrante de l’équipe de maîtrise d’œuvre (Architecte, BET Structure, BET CVC, BET Electricité, BET VRD et autres prestataires spécialisés).

Le BIM Manager met en place d’abord la pré-convention BIM puis le convention BIM dont le chapitrage est le suivant :

* Présentation de l’équipe : Le Management BIM (équipe mobilisée et les missions de chacun – qui fait quoi, quand, où et comment ?) ;
* Logiciels utilisés : L’interopérabilité entre les applications utilisées (logiciels utilisés par l’équipe de BIM Management avec les formats d’échange et leur compatibilité) ;
* Définition de la plateforme : Les échanges de données (définition d’une solution de stockage collaboratif pour un environnement commun de données et un processus d’échange) ;
* Les principes de collaboration (échange de données entre les logiciels ; circuit de communication et de validation des documents ; organisation des réunions et contrôle qualité);
* Les prescriptions de modélisation selon les logiciels ;
* Les procédure et processus mis en place dans l’atteinte des objectifs et particulièrement :
  + Les procédures de contrôle (détection des conflits) ;
  + Les procédures de contrôle du tel que construit ;
* Le TND (définition du contenu de la maquette numérique BIM par acteur – qui est producteur de telle donnée ?).

Le rôle du BIM Manager à chaque étape du projet sera le suivant :

En phase des études, il sera responsable de :

* Coordonner la mise en œuvre du processus BIM de l’équipe ;
* Respecter le présent Cahier des Charges BIM (organisation de la maquette numérique BIM et niveau de développement) ;
* Rédiger et transmettre la convention BIM à la maîtrise d’ouvrage pour validation (préciser à quel stade il sera transmis) et les livrables BIM pour vérification par l’AMO BIM ;
* Faire appliquer la convention BIM aux intervenants (règles de modélisation, méthodes d’échange de données) ;
* Décrire la structuration des fichiers du projet (calques, classes, arborescence) ;
* Déterminer la structure de stockage et les configurations (niveaux d’accès, sécurité) ;
* Animer les revues de projet BIM et rédiger les comptes rendus ;
* Vérifier les différentes maquettes numériques BIM de conception et s’assurer de l’assemblage de celles-ci ;
* Assurer la continuité BIM entre les différentes phases

En phase réalisation, il sera responsable de :

* Auditer les différentes MN de conception et s’assurer de l’assemblage de celles-ci ;
* S’assurer de la mise à jour des Maquettes Numériques des Entreprises en phase Réception, et s’assurer de leur assemblage pour former la Maquette Numérique phase Exploitation-Maintenance.
* De participer et de mettre en place la cellule de synthèse BIM avec les différentes entreprises.

**Rôle du coordinateur BIM :**

Le coordinateur BIM est un expert dans une discipline et s'assure de la coordination du processus BIM au sein de sa discipline.

Il est l’interlocuteur du manager BIM et le garant de l’interopérabilité des maquettes numériques de sa discipline.

La coordination d’une discipline consiste à :

* Assurer l’interface de leur discipline respective avec le reste de l’équipe projet.
* S’assurer de la conformité du contenu du modèle BIM au Protocole BIM et à la Convention BIM.
* Coordonner les usages et simulations liés à sa discipline.
* Créer les contenus spécifiques.
* Opérer le contrôle qualité.
* Assurer la maintenance du modèle BIM.
* Faire respecter les niveaux de développement des maquettes numériques à chaque jalon
* Contrôler la qualité du modèle de sa discipline
* Publier les maquettes numériques de sa discipline sur la plateforme collaborative
* Transmettre les informations concernant sa discipline au management BIM
* Extraire les documents associés issus des maquettes numériques
* Lier les documents liés dans sa maquette numérique (notices techniques, fiches produit, …)

**Rôle du producteur BIM :**

Leur rôle et leur périmètre d’intervention sont avant tout productifs. Ils sont les utilisateurs des logiciels de CAO BIM et modélisent, implémentent les informations contenues dans les maquettes numériques et extraient les documents associés.

**Rôle des utilisateur BIM :**

L’utilisateur BIM exploite la géométrie de la maquette et/ou l’information quelle porte pour son propre usage métier. Il peut être présent en phase de programmation, conception, exécution des travaux ou d’exploitation – maintenance

**Nota : Le coordinateur BIM et le producteur BIM peuvent être deux rôles occupés par un même collaborateur.**

## TABLEAU DE REPARTITION DES TACHES LIEES AU PROCESSUS BIM

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | E : Exécute P : Participe    Tâches | AMO BIM | Managers BIM | Coordinateur BIM | Producteur BIM | Responsable Synthèse |
| Direction de projet | Rédaction du cahier des charges BIM | E |  |  |  |  |
| Rédaction de la convention BIM |  | E | P |  |  |
| Contrôle des livrables BIM | E | E |  |  |  |
| Vérification du respect des délais | P | E | P |  |  |
| Gestion de projet | Coordination des maquettes numériques | P | P | P |  | E |
| Consolidation des livrables | P | E | P | P |  |
| Mise en place Plateforme collaborative | P | P | P | P |  |
| Revue de projet | P | E | P |  | P |
| Création d'un modèle de coordination |  | E | P | P |  |
| Contrôle de la qualité des modèles |  | E | P |  |  |
| Contrôle du contenu des maquettes |  | E | P |  |  |
| Synthèse technique et arbitrage des conflits |  | P | P |  | E |
| Contrôle des Niveau de développement | P | E | P | P |  |
| Publication des maquettes numériques | P | E | E | P |  |
| Production | Création de contenu |  |  | E | E |  |
| Modélisation |  | P | E | E |  |
| Création de livrables |  | P | P | E |  |

Figure 3 : Tableau de répartition des tâches liées au BIM

## ORGANISATION DES REUNIONS

Le titulaire définira dans le protocole l’organisation des réunions qu’il souhaite mettre en place ainsi que leur fréquence, en vue de mener à bien l’ensemble des missions qui lui incombent.

Au regard du BIM, trois types de réunions de coordination (à minima à chaque livraison APS, APD,

PRO, EXE, SYN, DOE) devront être mises en place :

* Les revues de maquettes internes aux différentes disciplines ;
* Les revues de projet, organisées par le BIM Manager et impliquant les BIM coordinateurs ;
* Les revues de projet impliquant l’équipe de maîtrise d’ouvrage (bureau de contrôle, coordonnateur SPS, assistant à maîtrise d’ouvrage, etc.).

En parallèle, outre les réunions techniques et d’échanges nécessaires à l’avancement du projet, le maître d’ouvrage pourra solliciter d’autres réunions de présentations de l’avancement des maquettes.

## SYNTHESE

Lorsque les plans de synthèse sont confiés à l’entreprise, le titulaire doit, au titre de sa mission « visa », viser les plans de synthèse dans le même esprit que pour les visas des plans d’exécution. Dans le cadre de ce projet BIM, les maquettes numériques des entreprises devront être utilisés pour la synthèse technique et architecturale du projet.

Une nouvelle maquette devra être mise en place durant cette phase, la maquette réservation, ainsi les plans de synthèse seront édités depuis la maquette numérique réservation.

## VISA

Le titulaire s’assure que les maquettes produites par les entreprises lors de la réalisation des études d’exécution et de synthèse technique, respectent les dispositions du projet et dans ce cas, leur délivre « un visa maquette numérique ».

## MISE A JOUR DE LA CONVENTION

La convention est un document vivant et donc amené à évoluer tout au long du projet. Des mises à jour pourront être décidées d’un commun accord entre les acteurs en fonction de l’évolution du projet et de ses besoins. Le document sera complété par le BIM Manager du projet et validé par la maîtrise d’ouvrage.

## PLATEFORME COLLABORATIVE

Tout au long du projet, la maitrise d’ouvrage met gracieusement à disposition des bureaux d’études et des entreprises titulaires un environnement communs de données nommé 3D Expériences. Cet Environnement Commun de Données est mis en place pour tous les échanges relatifs au projet et à la validation des livrables.

La plateforme est gérée par son partenaire Beam3. Qui seront également responsable des droits et de l’administration de la plateforme.

Dans cet ECD, la codification des documents et l’arborescence des dossier devront être **scrupuleusement respectés** par le titulaire, cette codification et cette arborescence seront transmises via un protocole spécifique annexe au cahier des charges au titulaire après l’adjudication du marché. **Tout document ne respectant pas les prescriptions de l’Environnement Commun de Donnée verra ces documents refusés**.

Dans cette plateforme, le titulaire pourra bénéficier d’un espace « privé » lui étant entièrement dédié.

Les objectifs de la plateforme collaborative sera le suivant :

* Organiser, stocker et échanger l'ensemble des documents ;
* Avoir l’historique de toutes les actions (dépôt de document, modification, lecture, téléchargement, date, heure, etc.) réalisées par l’ensemble des intervenants ;
* Communiquer via les canaux de discussions et de viso-conférence disponible sur 3D expérience
* Suivre l'état d’avancement de la production et des validations des plans. Le partage de documents devra permettre les fonctionnalités suivantes :
  + Arborescence de classement des documents simple qui pourra être évolutive en fonction des besoins du projet ;
* Version mobile disponible gratuitement sur tous les supports (IOS, Android)
* Sécurisation des dossiers : certains dossiers peuvent être sécurisés afin de créer des zones confidentielles à accès restreint ;
* Supporter les procédures de VISAS des plans d’exécution et leur diffusion ;
* Supporter les avis du ou des AMO ;
* Supporter les avis du bureau de contrôle et coordonnateur SPS ;
* Suivi de l’état d’avancement des productions liées au projet avec liste prévisionnelle des livrables.

Afin d’appréhender au mieux les caractéristiques de la plateforme, une prise en main sera dispensée gracieusement part le Maitre d’Ouvrage.

## DROIT D’ACCES A L’ENVIRONNEMENT COMMUNS DE DONNEES

Les droits d’accès devront être définis par le BIM Manager dans son protocole BIM dans le cadre de la définition de la plateforme d’échanges.

## NON-RESPECT DU CAHIER DES CHARGES

En cas de non-respect du Cahier des Charges BIM du projet, et notamment dans la mise en œuvre de moyens pour atteindre les objectifs de l’École polytechnique, dans la présentation des documents demandés, dans les délais et avec les niveaux de qualité requis, le titulaire du marché encourt des pénalités définies dans le CCAP du présent marché.

# CLAUSES TECHNIQUES ET CONTENU DE LA MAQUETTE

Les spécifications suivantes sont relatives aux contraintes de production des maquettes numériques.

Le choix du logiciel n’est pas imposé, cependant les maquettes numériques produites dans le cadre du projet devront impérativement être exportables au format IFC.

## CODIFICATION DES FICHIERS

La codification des fichiers devra correspondre à la codification imposée par l’École polytechnique et définit dans le présent cahier des charges. Dans le cas ou un document ne figure pas dans la codification, le titulaire devra demander validation à l’École polytechnique avant tous dépôt sur la plateforme.

**Tout document ne respectant pas les prescriptions de l’Environnement de commun de donnée verra ces documents refusés**.

Le principe général de nommage est le suivant :

NOM DE L’OPERATION\_PHASE\_PIECE 1\_PIECE 2\_OBJET

Pour ce projet le nom de l’opération a utilisé dans le nommage des fichiers est RECX

## FORMATS D’ECHANGES ET DE LIVRABLES

Les livrables à destination de la maîtrise d’ouvrage seront des fichiers **IFC conformes à la version 4** dans le cadre de demandes spécifiques du MOA.

Les fichiers aux formats natifs et IFC sont **cohérents entre eux** (il en est de la responsabilité du producteur de la maquette). Pour cela, ils sont notamment produits en deux étapes consécutives afin de garantir qu’ils correspondent au même état de définition. La représentation graphique et le niveau d’information décrits dans le logiciel de modélisation doivent être conservés lors de l’export sous format IFC. Cela signifie que l’export IFC rendu est produit à partir du fichier natif rendu.

De plus, il est attendu à ce que le titulaire du projet travaille sur la plateforme collaborative du projet. A cet effet, un espace de travail privé et dédié à le groupement sera créé.

Les fichiers IFC devront être générés avec les options suivantes :

* Quantités de base
* Limites d’espaces
* Murs et poteaux scindés par niveaux

Les maquettes numériques devront donc à chaque étape du projet être livrées sous deux formats :

* Le format natif propre au logiciel utilisé ;
* Le format IFC.

Le format dwg. (Version 2013) et le format pdf seront demandés pour les pièces graphiques 2D extraites du modèle numérique.

Les tableurs transmis seront obligatoirement sous le format Excel.

## GEOREFERENCEMENT DU PROJET

Le géo référencement et la géolocalisation des maquettes BIM & CIM seront définis selon les systèmes RGF93 CC49 pour la planimétrie et IGN69 pour l’altimétrie, exprimés dans l’IfcSite. Les coordonnées GPS (WGS84 DMS latitude-longitude) devront également être renseignées et se retrouver dans les attributs « IfcRefLattitude », « IfcRefLongitude » et « IfcRefElevation » de l’IfcSite.

Les maquettes numériques des projets devront posséder le même point d’origine afin de pouvoir superposer les maquettes dans les visionneuses de la maîtrise d’ouvrage et de l’ensemble des intervenants mais aussi pendant la conception pour faciliter les études. Il est à noter que le format IFC prend en charge le géoréférencement via la classe « IfcLocalPlacement » en relation avec la classe « IfcSite ». De même concernant la géolocalisation, son origine est un point remarquable du site qui sera positionné au plus près de la maquette du bâtiment et identifié par l’intersection de deux axes ou d’un volume 3D.

La classe ifc « IfcPostalAddress » doit être renseignée avec l’adresse postale du projet, en conformité avec les coordonnées GPS utilisées.

## SEGEMENTATION DES MAQUETTES NUMERIQUES

Une segmentation des maquettes peut être nécessaire selon l’organisation logicielle retenue (taille maximale limitée à 300 Mo) et notamment liée à des contraintes de références de niveaux, de zones, de taille de projet ; elle devra alors répondre à des contraintes. Le schéma précisant le découpage des maquettes est présent en annexe, la Maîtrise d’œuvre et les Entreprises devront le respecter. La maquette du site, permettant de visualiser les abords et les emprises pour le chantier, sera livrée séparément et ne dépassera pas non plus 300 Mo.

Les maquettes seront aussi segmentées par discipline et par bâtiments

## ARBORESCENCE SPATIALE

Le projet est organisé selon une arborescence spatiale respectant le format IFC :

* Une image contenant texte, Police, capture d’écran, conception

  Description générée automatiquement**Site (IfcSite)**
* **Bâtiment (IfcBuilding)**

Dans le cas d’opérations comprenant plusieurs bâtiments, une maquette unique par bâtiment sera fournie.

* **Niveau (IfcBuildingStorey)**
* **Zones (IfcZone)**

Un contour d’étage, correspondant à une pièce en termes de modélisation, est à créer pour chaque étage afin de représenter l’emprise totale du niveau, balcons non inclus. Les limites de cette pièce correspondent au nu extérieur des murs du pourtour de l’étage. Elle a pour hauteur la hauteur des pièces.

* **Les espaces et pièces (IfcSpace)**

Les métrés de chaque local sont enrichis d’informations nécessaires aux opérations d’entretien et de maintenance. Outre la surface au sol intérieure, ils doivent indiquer les volumes intérieurs, le type de revêtement au sol et ses références, le type de plafond et ses références, la surface de mur, le type de revêtement mural et ses références.

## MODELISATION DES OBJETS

Chaque composant du projet est modélisé par un objet qui le représente au mieux. Par exemple, si la structure comprend des poteaux, ils sont décrits comme des objets de la classe des poteaux (IfcColumn) et non de la classe des murs (IfcWallStandardCase), faute de quoi les quantitatifs seront faussés.

Il est donc vivement recommandé d’utiliser les outils dédiés proposés par les logiciels avec lesquels on produit la maquette numérique. Dans le même esprit, il est demandé que l’usage de l’outil « mur rideau » ne soit pas utilisé, par facilité, pour modéliser un élément relevant plutôt de la catégorie des portes ou des fenêtres. Certains objets peuvent considérablement alourdir la taille de la MN tel que les gardes corps et les pare soleils. Ces derniers peuvent comporter un grand nombre d’éléments, de même qu’une représentation très détaillée, notamment des formes courbes, peut alourdir considérablement la taille du fichier IFC. Le BIM Manager devra ainsi trouver le meilleur compromis entre la fidélité de la représentation et la taille du fichier résultant. La représentation des objets est précisée au paragraphe 6.11 afin que les objets qui ne présentent pas un intérêt particulier dans le cadre de la maintenance de la maîtrise d’ouvrage ne soient pas détaillés.

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.

De manière générale les équipements sont modélisés en 3D à une échelle conforme en termes de volume et d’emprise de l’espace. Leurs interfaces avec les murs, sols, tuyauteries sont positionnés à leur endroit exact. Il n’est pas nécessaire de faire figurer les détails internes ou d’assemblage, sauf s’ils présentent un intérêt pour la maintenance ou pour le chantier (rappel taille de fichier maquette < 300 Mo). Des documents complémentaires (de type fiches techniques, manuels opérateurs ou utilisateurs, notices DOE et DIUO) peuvent être ajoutés sous forme de documents PDF, de vidéos intégrés via des liens relatifs ou de liens web externes.

* Les attributs ou caractéristiques des objets attendus : Ils sont énumérés dans la table des attributs par élément (Annexe 1). Les éléments ou objets qui composent le bâtiment sont classifiés selon une classification Iso normée ; ici, la classification choisie est UNIFORMAT II 2015. Le maître d’ouvrage se réserve le droit de compléter la table des attributs par éléments en fonction des choix constructifs proposés par le groupement.

De plus, chaque élément doit être associé à un matériau de façon cohérente.

* Les fiches techniques

La maîtrise d’ouvrage estime important la présence et la fiabilité des fiches techniques intégrées aux éléments et équipements. Ainsi, un cadre d’intégration des fiches techniques, sera remis lors de la conception du projet.

Ces fiches techniques devront être datées et suivre la nomenclature indiquée par le MOA (de même que le dossier DOE numérique).

**Nota : Afin de répondre à l’objectif « Intégrer les organes essentiels pour une meilleur connaissance des équipements et des réseaux » chaque équipement et pièces devront obligatoirement avoir le renseignement de l’armoire électrique et du TGBT qui leur sont associées. Ces éléments seront détaillés dans le l’annexe 1 : Tableau de niveau de développement.**

## COMPOSITION DES ELEMENTS

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. En somme, la superposition de plusieurs éléments de nature et matériaux différents pour représenter les différentes couches d’un élément multicouches est prescrit.

## USAGES DE CARACTERES ACCENTUES

L’usage de caractères accentués pour le nommage d’éléments, d’espaces et de zones est à proscrire tant que possible, dans la mesure où les logiciels d’import d’IFC ne gère pas ces types de caractères.

## libelles des objets dans la maquette numerique

Chaque occurrence d’un même élément de la maquette devra être identifiée selon un libellé identique.

Les objets devront être nommé conformément aux cahier des charges et au tableau de niveau de développement. Dans le cas où l’École polytechnique ne précise pas le nommage, les objets devront être nommé de manière simple, précise et pragmatique avec un nommage facilement identifiable

Exemple pour un radiateur celui-ci pourra être nommé « RADIATEUR-INERTIE-FLUIDE » et non pas- « NOIROT-NE5125-100 »

## UNITES ET PRECISIONS

Les maquettes numériques BIM devront être dimensionnellement exactes. La précision de mesure devra être en cohérence avec la précision exigée par la réglementation technique pour chaque lot. A chaque phase du projet, la précision des informations contenues dans la MN ne devra pas être inférieure à celle requise pour la production des documents traditionnels.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dimensions | Unité | Décimale |
| Longueur | Mètre (m) | 2 |
| Surface | Mètre carré (m²) | 2 |
| Volume | Mètre cube (m3) | 2 |
| Angle | Degré (°) | 2 |

## CONFORMITE DES LIVRABLES

La responsabilité de la conformité de la maquette numérique avec le réel incombe aux constructeurs. Le BIM Manager en assure le contrôle tant sur l’aspect 3D que sur les enrichissements en cours d’exécution. Lors de la réception, l’ensemble des non- conformités est noté avec les corrections apportées sous forme d’annotations intégrées à la maquette numérique (format BCF). Les critères de qualité/conformité des maquette du MOA sont les suivants :

Une image contenant texte, capture d’écran, conception

Description générée automatiquement

Une image contenant texte, capture d’écran, carte de visite, Police

Description générée automatiquement

## NIVEAU DE DETAIL

A chaque élément de la maquette correspond un niveau de détail géométrique décrit par un chiffre (100 à 500). En fonction du besoin, sa définition évoluera au cours du projet.

L’annexe 1 « La table des attributs » au Cahier des charges définit cela.

Une image contenant texte, capture d’écran, conception

Description générée automatiquement

## LE SYSTEME DE CLASSIFICATION

Un système de classification est une méthode permettant la répartition d’un ensemble d’entités coordonnées, organisées et hiérarchisées, permettant d’identifier les composants d’un ouvrage[[1]](#footnote-1) [10].

C’est un langage commun de référence entre tous les acteurs d’une opération. Il permet d’identifier de façon unique et non ambiguë tous les éléments (objets) et les informations d’une maquette numérique ou d’un document.

Dans un processus de travail collaboratif, le système de classification assure l’uniformité des dénominations utilisées et renseigne les différentes maquettes numériques et documents. Il permet ainsi d’assurer l’interopérabilité et la pérennité des données et des échanges successifs, tout au long du cycle de vie d’un ouvrage.

Dans notre projet le système de classification retenu sera : UNIFORMAT II 2015 de niveau 3.

Une image contenant texte, capture d’écran, Impression, conception

Description générée automatiquement

* 1. RENSEIGNEMENT DE PARAMETRE

L’École polytechnique utilise comme logiciel d’exploitation maintenance la plateforme 3D expérience.

Les maquettes numériques et les objets et informations qui les composes doivent respecter certaines règles.

* Comme demandé les exports ifc devront être fait en IFC4
* Les paramètres et Pset personnalisés ne sont pas admis dans la plateforme 3D expérience. Il faudra respecter scrupuleusement la structure de l’IFC4 et des paramètres et Pset présents dans l’ifc4 pour renseigner le projet.

# DOE NUMERIQUE

## PREAMBULE

Au moment de la réalisation des corps d’état architecturaux, la constitution du DOE numérique débutera suivant le processus décrit ci-après.

Le DOE (Dossier d’Ouvrages Exécuté) numérique est un livrable qui vient en complément du DOE classique.

L’objectif du DOE numérique est de permettre la visualisation de l’ouvrage tel que construit sous la forme d’une compilation structurée d’objets BIM et l’extraction rapides des données nécessaires au gestionnaire et à la maintenance.

## STRUCTURE DU DOE NUMERIQUE

Le DOE Numérique respecte et s’appuie sur la structure du DOE classique. Il est constitué de :

* L’ensemble des maquettes défini dans le présent document conformes à l’exécution et aux exigences de la Maîtrise d’Ouvrage (format natif, IFC 4).
* Des nomenclatures de quantités par lot issues des maquettes numériques.
* Des fiches techniques des produits et des prescriptions de maintenance liées aux maquettes.

Ces documents sont ensuite classés dans un dossier suivant une arborescence proposée à la Maîtrise d’Ouvrage (voir proposition ci-dessous).

Le lien intégré dans les maquettes sera le chemin vers le dossier où sera rangé l’ensemble des fiches techniques afin de faciliter la mise à jour de ces dernières. Il pourra s’écrire comme cela :

* Chemin du dossier des fiches techniques

Le nommage des fiches techniques pourra être comme suit (sous réserve de validation de la Maîtrise d’Ouvrage) :

* N° et nom du lot\nom de l’objet ou de l’équipement.

Tous les éléments non compris dans le DOE restent à intégrer dans le DOE Classique au format

PDF.

## LIVRAISON DU DOE NUMERIQUE

Le DOE Numérique sera communiqué à la Maîtrise d’Ouvrage par le biais de la plateforme collaborative du projet et clef USB ou disque dur externe.

Format papier obligatoirement pour les collèges : 2 exemplaires papiers

## ARBORESCENCE DU DOE NUMERIQUE

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dossier | | **DOE\_[NOM DU PROJET]** | | | | | | | |
|  | | Document avec un remplissage uni | | **Sommaire DOE** | | | | | |
|  | | Dossier | | **I – Organisation générale** | | | | | |
|  | | Dossier | | **01 - Bordereaux de remise** | | | | |
|  | | Dossier | | **02 - Entreprise Générale / Architecte (Pièces administratives)** | | | | |
|  | |  | |  | | **Organigramme des entreprises de l’opération** | | |
|  | |  | |  | | **Contrat des co-traitants** | | |
|  | |  | |  | | **DC4** | | |
|  | |  | |  | | **Etc.** | | |
|  | | Dossier | | **II - Technique** | | | | | |
|  | |  | | Dossier | | **01 - LOT [Nom du lot]** | | | |
|  | |  | |  | | Dossier | | **A – Fiches Techniques** | |
|  | |  | |  | | Dossier | | **B – Certificats, Labels** | |
|  | |  | |  | | Dossier | | **C – Notices (Montage et maintenance)** | |
|  | |  | | Dossier | | **02 – LOT [Nom du lot]** | | | |
|  | |  | | Dossier | | **03 – LOT [Nom du lot]** | | | |
|  | |  | | Dossier | | **Etc.** | | | |
|  | | Dossier | | **III – Sécurité (Incendie, sûreté, etc.)** | | | | | |
|  | | Dossier | | **IV – Pièces graphiques** | | | | | |
|  | |  | | Dossier | | **Plans 2D (PDF – DWG – Plan de repérage)** | | | |
|  | |  | | Dossier | | **Plans Architecte** | | |
|  | |  | | Dossier | | **Plan - LOT [Nom du lot]** | | |
|  | |  | | Dossier | | **Plan – LOT [Nom du lot]** | | |
|  | |  | | Dossier | | **Etc.** | | |
|  | |  | | Dossier | | **Maquettes Numériques** | | | |
|  | |  | | Dossier | | **MN Compilée (Format IFC)** | | |
|  | |  | | Dossier | | **MN Architecte (Format IFC et Natif)** | | |
|  | |  | | Dossier | | **MN Structure - Gros Œuvre (Format IFC et Natif)** | | |
|  | |  | | Dossier | | **MN CVC (Format IFC et Natif)** | | |
|  | |  | | Dossier | | **MN CFA – CFO (Format IFC et Natif)** | |
|  | |  | | Dossier | | **MN [Nom de la maquette métier] (Format IFC et Natif)** | | |
|  | |  | | Dossier | | **MN [Nom de la maquette métier] (Format IFC et Natif)** | | |
|  | |  | | Dossier | | **MN [Nom de la maquette métier] (Format IFC et Natif)** | | |

**Nota :** Le nom de la maquette métier sera défini par la segmentation des maquettes du projet.

# GESTION EXPLOITATION MAINTENANCE EN BIM

A réception de la maquette DOE, la cellule BIM l’École polytechnique, l’analysera la maquette numérique purgée de l’ensemble des données et aboutira à la Maquette d’Exploitation – Maintenance (MNEM), conformément à la table des attributs du Cahier des charges BIM.

Au cours des travaux d’entretien, de renouvellement mais également du contrôle réglementaire, la Maquette Numérique d’Exploitation-Maintenance (MNEM) et la Maquette Numérique des Ouvrages Exécutés (MNOE) sera mises à jour (au niveau des propriétés géométriques et de comportement).

Lors de la Démolition de l’ouvrage (partielle ou globale), les études préalables sont réalisées à partir de la MNOE mise à jour.

Pour avoir plus d’informations sur la solution d’exploitation maintenance utilisés ainsi que sur la démarche, veuillez-vous référer à la Charte BIM.

# DROITS DE PROPRIETE INTELLECTUELLE

Les données contenues dans la maquette globale et les sous-maquettes peuvent faire l’objet d’une protection individuelle, mais chaque maquette numérique dans son ensemble peut également faire l’objet d’une protection au titre du droit d’auteur en raison de son originalité. Protections applicables par le droit d’auteur et le droit sui generis des bases de données en fonction des différents niveaux de BIM.

|  |  |
| --- | --- |
| Type de protection | BIM de niveau 2 |
| Protection du titulaire par le droit des bases de données | **Protection sui generis de la base de données**  Protection de la structure et de l’organisation de la base de données |
| Protection du titulaire par le droit d’auteur | **Œuvre composite :**  L’auteur de la première contribution conserve ses droits sur sa contribution qui est incorporée dans la seconde contribution et ainsi de suite. Les contributeurs peuvent céder leurs droits successivement pour plus de simplicité. L’œuvre composite devient alors la propriété du dernier contributeur. Les cessions de droit peuvent intervenir au fur et à mesure. Les cessions doivent respecter le formalisme prévu à l’article L.131-3 du Code de la Propriété Intellectuelle. |
| **Œuvre collective** : si divulgation de l’œuvre par un BIM Manager ou par un tiers en son nom et pour son compte |

Il est convenu que la rémunération fixée dans chacun des contrats par entité intervenante, intègrera la contrepartie de la cession de manière non exclusive, au fur et à mesure de leur création, de tous les droits, patrimoniaux, d’exploitation et de production de bases de données, dont le titulaire est propriétaire au profit du MOA, et ce de manière irrévocable.

Pendant les phases d’études, la maquette est la propriété de son concepteur. A l’issue, la Maîtrise d’œuvre et les entreprises doivent obligatoirement fournir le format natif et IFC à toutes les phases du projet, et par conséquent les droits.

Il est à noter que l’ensemble des nuages de points et les autres éléments du patrimoine sont la propriété de la Métropole de Rouen.

Il est à noter que l’ensemble des livrables (BIM et non BIM), une fois transmis à la Maîtrise d’Ouvrage est la propriété de la Métropole de Rouen.

**L’utilisation de l’ensemble des données relatives aux projets du Métropole de Rouen pour des usages de communication externe, ou pour tout autre réutilisation nécessite la validation de la Maîtrise d’Ouvrage.**

# ANNEXE 1 : TABLEAU DE NIVEAU DEVELOPPEMENT

1. Sources : Guide d’implémentation des systèmes de classification – BuildingSMART France Médiaconstruct [↑](#footnote-ref-1)