

Agence Publique pour l'Immobilier de la Justice

**Marché public global sectoriel pour la conception, la
réalisation et l'aménagement**

Du centre pénitentiaire de Vannes Chapeau rouge (56)

**CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES
PARTICULIERES**

**ANNEXE N°02 - CAHIER DES CHARGES BIM
DCE**

Janvier 2023

SOMMAIRE

1	PREAMBULE.....	5
1.1	La démarche BIM pour le maître d'ouvrage	5
1.2	Le BIM : définition.....	6
2	OBJECTIFS BIM	8
2.1	Définition des objectifs généraux	8
2.2	Présentation des missions pour chaque phase	8
2.3	Objectifs BIM et Usages BIM.....	8
2.4	Méthode SMART	16
3	ASPECTS ORGANISATIONNELS LIES A LA DEMARCHE BIM	22
3.1	Présentation et rôles des acteurs BIM du projet.....	22
3.1.1	<i>Les obligations du groupement de conception-réalisation</i>	<i>22</i>
3.1.2	<i>L'organigramme / organisation BIM</i>	<i>22</i>
3.1.3	<i>Le rôle de l'AMO BIM</i>	<i>24</i>
3.1.4	<i>Le rôle du BIM Manager.....</i>	<i>24</i>
3.1.5	<i>Le rôle du BIM Coordinateur métier.....</i>	<i>25</i>
3.1.6	<i>Le Rôle du BIM Modeleur.....</i>	<i>26</i>
3.1.7	<i>Le rôle de l'Architecte.....</i>	<i>26</i>
3.1.8	<i>Le rôle du BET Structure.....</i>	<i>26</i>
3.1.9	<i>Le rôle du BET FLUIDES/ELEC</i>	<i>27</i>
3.1.10	<i>Le rôle du BET VRD</i>	<i>27</i>
3.1.11	<i>Le rôle de la cellule de Présynthèse / Synthèse.....</i>	<i>27</i>
3.1.12	<i>Les obligations du mandataire du groupement.....</i>	<i>27</i>
3.2	Répartition des tâches entre les acteurs du BIM.....	28
3.3	Contrôle Qualité.....	29
3.4	Formation.....	29
4	Livrables et modalités de vérification par le maître d'ouvrage	30
4.1	Généralités.....	30
4.2	Mission M0.....	30
4.3	Phase de conception (missions M1 à M4)	31
4.3.1	<i>Livrables</i>	<i>31</i>
4.3.2	<i>Convention BIM pour la phase de conception (missions M1 à M4).....</i>	<i>31</i>
4.3.3	<i>Format des maquettes.....</i>	<i>32</i>
4.3.4	<i>Précision concernant les attendus de la maquette</i>	<i>32</i>
4.3.5	<i>Modalités de vérification et d'approbation des livrables en phase de conception.....</i>	<i>34</i>
4.3.6	<i>Fréquence des audits.....</i>	<i>34</i>
4.4	Phase de réalisation (missions M5 à M7)	34
4.4.1	<i>Livrables</i>	<i>34</i>
4.4.2	<i>Convention BIM EXE.....</i>	<i>35</i>
4.4.3	<i>Formats des maquettes.....</i>	<i>35</i>
4.4.4	<i>Modalités de vérification et d'approbation des livrables en phase de réalisation</i>	<i>35</i>

4.4.5	Fréquence des audits.....	36
4.5	Maquette numérique des ouvrages exécutées (MNOE) / DOE	36
4.5.1	Livrables	36
4.5.2	Finalités	37
4.5.3	Format des maquettes.....	37
4.5.4	Modalités de vérification et d'approbation du DOE	38
4.5.5	Fréquence des audits.....	38
4.6	Gestion Exploitation et Maintenance / GEM.....	38
4.7	Les attentes spécifiques dans le cadre d'un marché global de performance (MGP)	39
4.8	Modalités de consultation de la maquette BIM entre deux missions	39
4.9	Les réunions BIM.....	40
4.9.1	Phase de conception	40
4.9.2	Phase EXE / DOE.....	40
5	ASPECT MATERIELS LIES A LA DEMARCHE BIM	40
5.1	Logiciels BIM	40
5.2	Caractéristiques de l'environnement informatique	40
5.3	Plateforme collaborative d'échanges de fichiers.....	41
5.3.1	Objectifs	41
5.3.2	Fonctionnalités.....	42
5.3.3	Caractéristiques techniques	43
5.3.4	Déroulement de la prestation	46
6	Profondeur de la maquette BIM	47
6.1	Niveaux de collaboration	47
6.2	La hiérarchie des objets BIM.....	48
6.3	Niveaux de développement.....	49
6.3.1	Niveaux de détail.....	50
6.3.2	Niveaux d'informations.....	51
7	Préconisations techniques liées à la modélisation BIM	51
7.1	Préambule.....	51
7.2	Décomposition de la maquette numérique.....	52
7.3	Type de projets possibles.....	53
7.4	Réhabilitation, la maquette existante du bâtiment actuel.....	53
7.5	Géoréférencement.....	54
7.6	Unités fonctionnelles	55
7.7	Locaux et espaces extérieurs	55
7.8	L'export IFC	56
7.9	Nettoyage des fichiers avant envoi.....	56
7.10	Extraction, Tableaux (quantités et valeurs significatives).....	56
7.11	Liens avec les fiches espaces.....	57
7.12	Liens avec les fiches techniques	57
8	Nomenclatures et Classifications.....	57
8.1	Codification des maquettes du projet	57

CAHIER DES CHARGES BIM

8.2	Nommage des objets BIM.....	58
8.3	Les éléments topographiques : RDD Topographie	60
8.4	Les équipements : RDD Equipements.....	60
9	Les droits de propriété intellectuelle	61
10	Sécurité des données	61
11	Glossaire et abréviations	62

1 PREAMBULE

1.1 La démarche BIM pour le maître d'ouvrage

L'objet du présent cahier des charges BIM est de décrire les préconisations générales de la Maîtrise d'Ouvrage dans la mise en place de la démarche BIM ainsi que le niveau de développement souhaité dans le cadre de la modélisation BIM aux différents stades du projet et ce jusqu'à la livraison de la maquette DOE Exploitation et Maintenance tout en précisant les obligations de l'ensemble des intervenants dans cet environnement collaboratif « BIM ».

Les articles 2 à 5 du présent cahier des charges visent à décrire les préconisations générales du maître d'ouvrage dans la mise en place de la démarche BIM. Les articles 6 à 8 indiquent pour leur part les préconisations techniques du maître d'ouvrage concernant les maquettes numériques. Il est par ailleurs précisé que l'ensemble des pénalités applicables pour le respect de ces préconisations se trouve à l'article 5.3 du CCAP.

Sont annexés au présent cahier des charges les pièces suivantes :

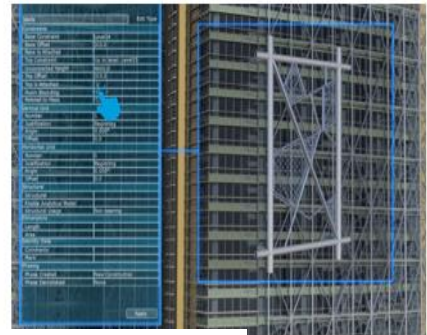
- Le tableau de développement, précisant les niveaux de développement attendus à chaque phase du projet « CCBIM-ANNEXE_TABLEAU DEVELOPPEMENT »,
- Le tableau SMART « CCBIM-ANNEXE_TABLEAU SMART »,
- Les cadres d'extraction et vérification de la conformité programme/projet « CCBIM-ANNEXE_TABLEAUX D'EXTRACTION »,
- La méthodologie d'élaboration des RDD Topographie et Equipements « CCBIM-ANNEXE_METHODOLOGIE RDD ».

A noter que la démarche BIM est mise en œuvre sur les opérations de l'APIJ depuis 2017 avec pour projet pilote le centre pénitentiaire de Lutterbach. Les retours d'expérience recensés suite à la livraison de cet établissement à l'été 2021 ainsi qu'un audit des pratiques BIM réalisé sur les cinq autres opérations pénitentiaires en cours en 2021 ont contribué à l'identification de pistes d'amélioration intégrées à la mise à jour du présent cahier des charges.

1.2 Le BIM : définition

Le BIM « Bâtiment et Informations Modélisés » n'est ni un logiciel, ni une maquette numérique, mais plutôt une méthode de travail. Sa définition peut être très différente d'un projet de construction à un autre, c'est un ensemble des processus et méthodes mises en œuvre pour organiser et structurer les informations relatives à un ouvrage de construction, projeté sous forme d'un modèle exploitable (la maquette numérique).

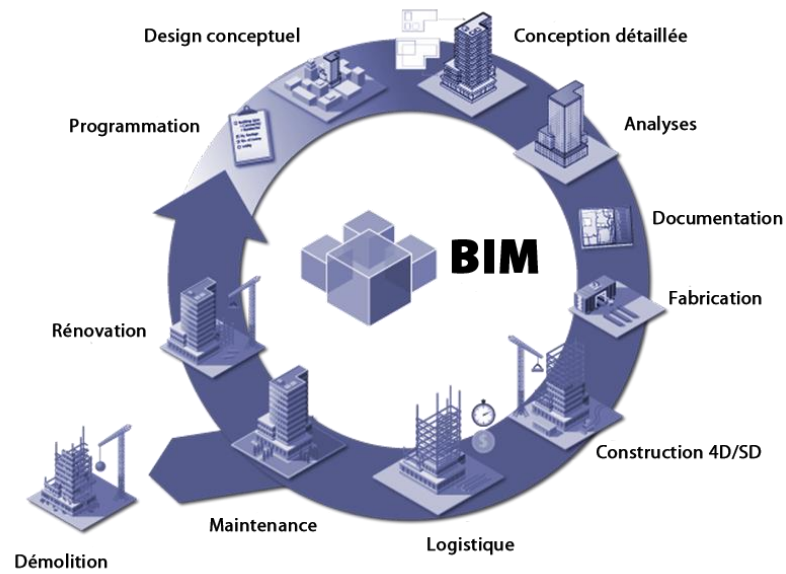
➤ UNE MODELISATION 3D DE L'OUVRAGE ➤ UN PARAMETRAGE DES OBJETS 3D



➤ UNE ORGANISATION SPECIFIQUE AUTOUR DU BIM OU TOUS NOUS SOMMES ACTEURS



Ci-dessous un schéma montrant les différents usages du BIM à travers le cycle de vie d'un ouvrage de construction/ d'aménagement.



2 OBJECTIFS BIM

2.1 Définition des objectifs généraux

Les objectifs généraux à atteindre pour l'ensemble des projets menés par l'APIJ sont les suivants :

- Mettre en place un process et le développement d'outils au travers de la mission M0
- Respecter les exigences et performances à minima du programme, et analyser les écarts
- Améliorer la qualité et les performances du projet
- Fiabiliser les délais prévus et les optimiser au moyen du BIM
- Permettre une meilleure compréhension du projet pour l'ensemble des intervenants
- Faciliter la recherche d'information
- Produire une maquette BIM DOE conforme au tel que construit
- Faciliter la préparation de la mise en service et optimiser l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage,
- Alimenter la base de données des bâtiments livrés et l'exploitation des données et informations associées, afin de construire des indicateurs pertinents dans le cadre d'une démarche d'amélioration de la qualité des ouvrages continue,
- Evaluer et mesurer les gains apportés par l'utilisation du BIM, à la fois qualitatifs et quantitatifs.

Ils couvrent l'ensemble du cycle de vie des ouvrages, depuis les phases d'études jusqu'à l'exploitation/maintenances des ouvrages.

2.2 Présentation des missions pour chaque phase

Pour rappel l'ensemble des missions du marché M0 à M13 et leur contenu sont définies dans le CCAP.

- M0 - PRE – Etudes préliminaires : Mise au point du processus BIM
- M1 – APS - Mise au point de l'Avant-Projet Sommaire remis lors de la consultation
- M2 - ADM – Demandes d'autorisations administratives
- M3 - APD – Avant-Projet Définitif
- M4 - PRO – Études de Projet
- M5 - EXE – Études d'exécution et cellule de synthèse
- M6 - VISA-DET – Visa des plans d'exécution et direction de l'exécution du contrat de travaux
- M7 - TRVX – Réalisation des travaux
- M8 - AOR – Assistance aux opérations de réception
- M9 - MOB - Mobilier
- M10 - SIGN – Signalétique
- M11 – QEB – Mission Qualité Environnementale des Bâtiments
- M12 - GPA – Garantie de parfait achèvement
- M13 – ENV – Mesures environnementales

2.3 Objectifs BIM et Usages BIM

Les objectifs BIM sont des traductions des objectifs généraux du projet ou peuvent être issus d'un donneur d'ordres, dans une Charte BIM, un Cahier des Charges BIM, etc.

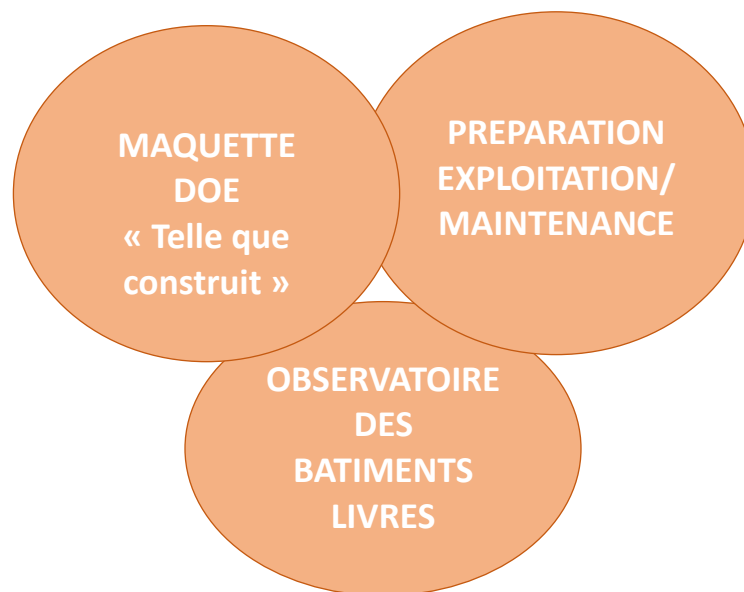
La liste d'objectifs BIM peut être complétée par certaines entités intervenantes dans le projet.

Les objectifs BIM découlent des objectifs généraux cités précédemment.

Dans le cadre du développement de projet :



Dans le cadre du DOE et de l'Exploitation-Maintenance



La maquette numérique doit répondre à ces différents objectifs. Toute dérogation ou objectif BIM complémentaire proposé par le titulaire sera ou seront soumis à validation de la Maitrise d'Ouvrage.

En réponse à ces objectifs BIM, le titulaire proposera des usages BIM pour le projet. Chaque usage BIM répond à un ou plusieurs objectifs BIM, le but étant d'atteindre l'ensemble des objectifs BIM fixés par la Maitrise d'Ouvrage.

Un **usage BIM** est une description d'un processus concret, tel qu'il sera mis en œuvre sur un projet pour atteindre les objectifs. Cela permet de décrire factuellement les utilisations voulues des maquettes numériques, de déterminer les moyens et outils pour la collaboration des différents acteurs dans un environnement commun de données. En d'autres termes, les usages BIM sont la réponse opérationnelle aux objectifs BIM, qui permettent de dimensionner la mise en œuvre du BIM sur un projet.

Il est demandé au titulaire pour chaque usage BIM de définir les moyens, les outils, et le planning correspondant. Ces usages BIM seront ainsi précisés dans le cadre de la convention BIM établie par le titulaire durant les différentes phases de développement du projet.

Ainsi, les usages BIM à minima attendus lors des différentes missions sont les suivants :

CAHIER DES CHARGES BIM

Usages BIM	M0	M1&2	M3	M4	M5	M6	M7	M8+
1- MISE EN PLACE D'UNE DEMARCHE BIM A L'ECHELLE DU PROJET	X	X	X	X	X	X	X	X
2- MODELISATION DU SITE, DONNEES EXISTANTES		X	X	X	X			
3- EXTRACTION DES QUANTITES ET VALEURS SIGNIFICATIVES	X	X	X	X	X	X	X	X
4- CONFORMITE AU PROGRAMME	X	X	X	X	X	X	X	X
5- LA PRODUCTION DES LIVRABLES DEPUIS LA MAQUETTE BIM	X	X	X	X	X	X	X	X
6- REALISER UNE COORDINATION ENTRE LES DIFFERENTS CORPS DE METIERS	X	X	X	X	X	X	X	
7- REVUE DE PROJET		X	X	X	X	X	X	X
8-REUNIONS THEMATIQUES ASSOCIANT L'ADMINISTRATION PENITENTIAIRE		X	X	X	X	X	X	X
9- UTILISATION DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE	X	X	X	X	X	X	X	X
10- PLANIFICATION 4D				X	X	X	X	
11 - COMMUNICATION DU PROJET	X	X	X	X	X	X	X	X
12- REALISATION DES ETUDES TECHNIQUES A PARTIR DE LA MAQUETTE NUMERIQUE	X	X	X	X	X	X	X	
13- CONTRÔLE DE CONFORMITÉ AUX EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES À PARTIR DE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE	X	X	X	X	X	X	X	
14- PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES		X	X	X	X	X	X	X
15- CONSOLIDATION DES DOE ET DUO					X	X		X
16- PREPARATION A L'EXPLOITATION ET A LA MAINTENANCE				X	X	X	X	X

Ci-dessous la définition des différents usages BIM :

USAGE 01 : MISE EN PLACE D'UNE DEMARCHE BIM A L'ECHELLE DU PROJET

L'ensemble des corps de métiers sont modélisés dans les modèles BIM selon les niveaux de développement. Pour cela il est demandé :

- La désignation d'un BIM Manager, de BIM coordinateurs pour la coordination, le suivi et la mise en place du processus BIM. Le BIM MANAGER sera le garant du respect du cahier des charges BIM pour la définition, l'uniformisation des processus BIM pour toutes les disciplines selon les objectifs définis,
- La modélisation de l'ensemble des disciplines sous BIM.

USAGE 02 : MODELISATION DU SITE, DONNEES EXISTANTES

Cet usage concerne l'acquisition, la collecte et le traitement de données sous forme de maquette numérique décrivant l'environnement existant d'un projet. L'environnement existant peut être constitué d'un site (contexte

du projet), d'une installation existante, sur sa totalité ou sur une zone spécifique ou encore d'un projet futur à long terme (ZAC, etc.)

En fonction du cahier des charges défini, trois types de données de sortie sont possibles :

- Modèle 3D : information géométrique réalisée à partir de relevés ;
- Maquette Numérique : modèle 3D contenant des informations structurées sur l'existant ;
- Base de données alphanumériques : base de données d'informations de l'existant sans données géométriques.

Le point de départ de chaque projet est la modélisation de l'existant. Cette modélisation doit se faire le plus possible lors des phases amont, et sera enrichie au fur et à mesure des besoins de la mission en cours. La modélisation de l'existant se fait sur base de données d'entrées topographiques et de SCANS 3d/ nuages de points suivant le cahier des charges défini par le titulaire et validé par le maître d'ouvrage.

USAGE 03 : EXTRACTION DES QUANTITES ET VALEURS SIGNIFICATIVES

Les informations (quantitatifs, paramètres spécifiques, etc.) utiles à la Maitrise d'Ouvrage devront être directement extraites de la maquette et livrées sous un format adapté (tableau Excel, etc.). Ces extractions sont présentées sous la forme de bases de données organisées en nomenclatures, structurées par catégories d'objets (lots, etc.) et par valeurs significatives. Ces extractions peuvent s'appuyer sur des jeux de propriétés (PSET), des attributs, une composition, une référence à un type et des quantités de base.

La documentation des propriétés des éléments via des nomenclatures adaptées permet de structurer la base de données. Cette base de données est visible sur un tableur, ou peut être importée dans des logiciels métiers spécifiques de métré, tout au long du cycle de vie de la maquette pour l'étude, la réalisation, la planification, la programmation, la gestion du patrimoine etc.

USAGE 04 : CONFORMITE AU PROGRAMME

La maquette doit pouvoir être utilisée pour contrôler la bonne prise en compte des exigences du programme relatives aux différentes typologies de locaux, espaces, zones ou équipements (surfaces, caractéristiques structurelles et techniques inscrites aux fiches espaces, finitions, etc.), et ainsi vérifier le respect des engagements contractuels du groupement.

La maquette intègre donc l'ensemble de ces informations et les nomenclatures correspondantes seront extraites de manière automatique à partir du modèle BIM, permettant une analyse systématisée de la conformité programme / projet.

Les cadres des tableaux d'extractions permettant de réaliser cette analyse sont joints au présent cahier des charges.

USAGE 05 : LA PRODUCTION DES LIVRABLES DEPUIS LA MAQUETTE BIM

L'ensemble des plans, coupes, élévations, vues, nomenclatures d'objets et détails, ainsi que les métrés et tableaux de surfaces livrés par les groupements dans le cadre des missions, doivent être générés à partir de la maquette numérique, sans post-traitement 2D (hors post- traitement pour améliorer la qualité de présentation), en suivant un processus qui garantit la cohérence entre ces documents et la maquette numérique dont ils sont issus.

USAGE 06 : REALISER UNE COORDINATION ENTRE LES DIFFERENTS CORPS DE METIERS

La maquette numérique BIM doit permettre la coordination de tous les corps d'états via une visualisation 3D, une analyse visuelle et via la mise en place d'une matrice de conflits entre les différents objets BIM et ce dès les phases de conception via une présynthèse puis en EXE via les études de synthèse. Les acteurs de la présynthèse et de la synthèse doivent utiliser l'outil BIM pour affiner les études, la gestion des conflits, leur compréhension et leur suivi.

USAGE 07 : REVUES DE PROJET

La maquette numérique sera le support privilégié des revues de projet.

Ces réunions sont planifiées et animées par le BIM Manager. La présence de l'AMO BIM sera nécessaire suivant les points abordés lors de la réunion.

Ces revues de projet seront suivies par la rédaction de compte rendu, rappelant les grands points abordés et listant les actions à venir. Des indicateurs BIM seront définis et mis en place sur chaque projet, renseignant sur l'avancement et la qualité de la modélisation, la collaboration des acteurs, la coordination inter-métier, etc.

Les indicateurs seront mis à jour et partagés lors des revues de projet.

USAGE 08 : REUNIONS THEMATIQUES ASSOCIANT L'ADMINISTRATION PENITENTIAIRE

La maquette numérique sera le support privilégié lors des réunions thématiques. La maquette numérique est au centre du processus de collaboration entre tous les intervenants du projet. Comme pour l'ensemble des pièces graphiques, les plans et coupes servant de supports à ces réunions sont extraits de la maquette numérique.

Les réunions thématiques concernées sont notamment les suivantes :

- Fonctionnalité : La maquette numérique permet de vérifier la fonctionnalité et l'organisation générale des locaux et espaces, le respect des surfaces, volumes, hauteurs libres (notamment dans les zones Ateliers et SAP/SAB), etc.
- Fonctionnalité et Ergonomie des postes protégés et autres locaux sensibles (suivant programme mobilier et ergonomie) : les postes protégés et autres locaux sensibles sont modélisés dans la maquette numérique avec leur mobilier intégré, ainsi que les différents cônes de visibilité depuis ces postes.
- Unité sanitaire : La maquette numérique permet de vérifier la fonctionnalité et l'organisation générale ainsi que l'implantation des différents points d'accès et réseaux avec les partenaires hospitaliers.
- Locaux de service à la personne : La maquette numérique permet de vérifier la fonctionnalité et l'organisation générale, la gestion des flux, le respect du principe de marche en avant ainsi que l'implantation des équipements.
- Sûreté passive : vérification du respect des principes de non covisibilité et non communicabilité, respect des ruptures de bâti, surveillance des espaces, absence d'angles morts dans les locaux accessibles aux détenus, etc.
- Vitrage et Barreaudage : Les données indiquant la localisation et les caractéristiques des vitrages, barreaudages et caillebotis sont intégrées dans la maquette numérique et passées en revue en séance pour vérifier la conformité avec les exigences programmatiques et au regard des spécificités du projet.
- Cloisons verticales et horizontales : Les données indiquant la localisation et les caractéristiques des murs, cloisons, soffites et faux-plafond sont intégrées dans la maquette numérique et passées en revue en séance pour vérifier la conformité avec les exigences programmatiques et au regard des spécificités du projet.
- Portes et serrures : Les données indiquant la localisation et les caractéristiques des portes et serrures de l'établissement sont intégrées dans la maquette numérique et passées en revue en séance pour vérifier la conformité avec les exigences programmatiques et au regard des spécificités du projet. Le tableau des portes et des serrures est ainsi extrait de la maquette numérique, et la maquette permet de produire des plans faisant figurer les nomenclatures des portes.
- Sûreté active : L'implantation et la localisation de l'ensemble des terminaux de sûreté est renseignée dans la maquette numérique (vidéosurveillance, contrôle d'accès, alarmes, interphonie, biométrie,

etc.). La maquette numérique intègre les champs de vision des caméras de vidéosurveillance de manière réaliste. Les différents types de caméras sont identifiables grâce à un code couleur.

Ces réunions thématiques seront suivies par la rédaction d'un compte rendu, rappelant les grands points abordés et listant les actions à venir et les évolutions à intégrer pour les réunions suivantes.

En lien avec l'usage 04, ces réunions thématiques permettront de vérifier en partie la conformité des solutions techniques proposées aux exigences programmatiques.

Ainsi pour chaque réunion, lorsque la thématique s'y prête (équipements associés aux objets BIM, mobilier, terminaux de sûreté active, etc.), il sera fourni en support par le groupement le cadre de vérification de la conformité programme / projet renseigné et mettant ainsi en évidence les écarts à passer en revue en séance.

Des objets, attributs et éléments complémentaires pourront être demandés dans la maquette pour la tenue de ces réunions. La maquette numérique est mise à jour à la suite de chaque réunion et pour chaque réunion suivante.

USAGE 09 : UTILISATION DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE

Il est demandé au contrat la mise en place d'un environnement commun de données, aussi appelé plateforme collaborative. Cette plateforme sera l'endroit à privilégier pour collaborer autour de la maquette numérique. C'est en effet la condition nécessaire à un travail collaboratif de niveau 2 permettant une visualisation de la maquette, une mise en lien des fiches et objets BIM, un suivi des commentaires concernant les coordinations inter-métier, etc.

USAGE 10 : PLANIFICATION 4D

Le suivi du planning et du phasage des travaux sera assuré grâce à la maquette numérique, permettant ainsi de garantir une plus grande transparence du planning EXE. Les outils utilisés pour le phasage 4D et le processus seront détaillés par le titulaire dans la convention BIM. Les règles de réalisation des maquettes devront être compatibles avec les grands principes de découpage d'un planning.

Il est demandé à minima un macro-planning permettant de décrire les grandes phases de chantiers et d'interfaces du projet.

USAGE 11 : COMMUNICATION DU PROJET

La maquette numérique doit être un support de communication entre les acteurs du projet, afin de faciliter la compréhension de tous ainsi que les prises de décision. Elle pourra également servir de support à la communication externe (riverains, administrations locales, municipalités, co-financeurs, etc.).

USAGE 12 : REALISATION DES ETUDES TECHNIQUE A PARTIR DE LA MAQUETTE NUMERIQUE

Les études techniques doivent utiliser la maquette BIM comme référence pour leurs études afin de garantir la cohérence des hypothèses utilisées vis-à-vis des réglementations en vigueur.

Les données qui doivent directement provenir de la maquette numérique sont celles qui concernent :

- Le calcul FLJ pour tous les locaux où des objectifs sont fixés par le programme technique (article 5.2 de l'annexe 01 du CCAP, puis la note correspondante dans les phases suivantes),
- L'étude d'éclairage artificiel dans les différents espaces intérieurs de l'établissement et les études de mise en scène de l'éclairage extérieur (articles 5.5 et 6.4 de l'annexe 01 du CCAP).

Par ailleurs, les hypothèses utilisées pour les études suivantes sont parfaitement cohérentes avec les données figurant dans la maquette numérique, sans qu'il soit demandé d'utiliser exclusivement les données issues des maquettes numériques :

- Les calculs RT (articles 3.3 de l'annexe 1 du CCAP puis notes correspondantes dans les phases suivantes),
- Les simulations thermiques dynamiques (articles 3.3 de l'annexe 1 du CCAP puis notes correspondantes dans les phases suivantes),
- Les études acoustiques (article 5.2 de l'annexe 01 du CCAP, puis la note correspondante dans les phases suivantes).

USAGE 13 : CONTRÔLE DE CONFORMITÉ AUX EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES À PARTIR DE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE

Il est demandé d'avoir la possibilité de faire des revues de contrôle automatisées réglementaires pour le bureau de contrôle pour les usages classiques (contrôle accès PMR, unités de passage, contrôle SSI, etc.). Cet usage doit faire l'objet d'une proposition par le groupement.

USAGE 14 : PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

Les maquettes numériques devront permettre de générer des indicateurs renseignant sur la performance environnementale des ouvrages. Ces indicateurs seront définis de manière exhaustive sur chaque projet. Une liste sera fournie par le titulaire et annexée à la convention BIM.

Cet usage peut être réalisé directement sur la maquette grâce à l'utilisation d'un plug-in compatible avec le logiciel de modélisation, ou bien par une extraction des données depuis la maquette et un post traitement de ces données dans un logiciel adapté.

USAGE 15 : CONSOLIDATION DES DOE ET DUO

Une maquette DOE « telle que construit » sera produite, conforme à ce qui a été réalisé sur chantier. Cette maquette DOE doit intégrer les exigences BIM de la mission M7 et préparer les besoins et exigences BIM de la mission M8.

USAGE 16 : PRÉPARATION A L'EXPLOITATION ET A LA MAINTENANCE

L'objectif général de la maîtrise d'ouvrage est de favoriser l'utilisation de la maquette numérique lors de la phase d'exploitation de l'établissement.

Pour cela, les maquettes BIM doivent permettre :

- D'assurer l'interface avec la GTC : L'interface entre la GTC et la maquette BIM permet au mainteneur, à chaque fois qu'une alarme est remontée dans la GTC, de pouvoir repérer de manière aisée le contexte dans lequel cette alarme intervient (localisation ; repérage des équipements, réseaux, des points de coupure à proximité ; accès aux fiches techniques et informations du DIUO et du DUEM associées), et de pouvoir ainsi préparer son intervention. La maquette numérique et la GTC mise en place par le Titulaire ont notamment une nomenclature commune. De plus, la GTC est automatiquement configurée à partir des données des maquettes numériques DOE. Dans cette perspective, les maquettes numériques intègrent une nomenclature adaptée et conforme à l'interface d'importation de la GTC mise en œuvre par le Titulaire. Cette nomenclature sera communiquée à la maîtrise d'ouvrage pour validation. Cette liaison entre les maquettes numériques DOE et GTC est réalisée dans un protocole ouvert qui permet de transférer automatiquement les informations souhaitées sur la GTC.

- De faciliter l'exploitation des données du DOE numérique dans le cadre de la préparation de l'exploitation-maintenance de l'établissement : Dans le cadre de la livraison des maquettes numériques DOE, le titulaire exporte les données topographiques et équipements de la maquette numérique sous deux fichiers au format XLS (cf. Article 8.3 de la présente annexe), afin qu'elles puissent être transférées et exploitées dans l'application ISIS (Interface de Signalement, d'Information et de Suivi) qui outille les services d'exploitation, de maintenance et de service à la personne des établissements pénitentiaires (EP).

De manière générale, l'ensemble des usages décrits ci-dessus devront faire l'objet d'une analyse par le titulaire précisant leur compréhension, ainsi que les moyens et les outils qui seront développés dans le cadre du projet pour atteindre les usages tels que définis, et ce pour chaque mission.

D'autres usages BIM peuvent être proposés par le groupement dans le cadre du développement du projet, par exemple :

- Méthodes : PIC, plans de sécurité, rotations, phasages et modes opératoires spécifiques seront réalisés à partir de maquettes,
- Logistique et quantités, LEAN mangement : Pour certains lots, la maquette servira afin de métrer et d'approvisionner les matériels et matériau,
- Réalité augmentée en phase APD sur le prototype de cellules, etc.

2.4 Méthode SMART

La méthode SMART est une approche de management basée sur le principe de se fixer des micro- objectifs, et les atteindre dans un délai prédéfini.

C'est une démarche qui se construit autour d'objectifs simples dénommés "Objectifs SMART".

L'expression SMART est un acronyme qui décrit les caractéristiques d'un objectif SMART.

Ces caractéristiques sont :

- « S » pour Spécifique,
- « M » pour Mesurable,
- « A » pour Atteignable ou Acceptable,
- « R » pour Réaliste,
- « T » pour Temporel

Il sera ainsi demandé au titulaire de démontrer l'accomplissement de chaque caractéristique SMART, afin de bien s'assurer de l'atteinte des usages BIM. Cela devra faire l'objet d'un rapport lors de la livraison de chaque maquette visée par l'AMO BIM et /ou à chaque fin de mission.

Usage BIM	S.M.A.R.T
1- MISE EN PLACE D'UNE DEMARCHE BIM A L'ECHELLE DU PROJET	<u>PRODUCTION BIM</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » L'ensemble des corps métier sont modélisé en conformité avec le tableau de développement et le cahier des charges BIM de chaque projet

	<ul style="list-style-type: none"> « M » On exigera des maquettes dont les niveaux de développement permettent la réalisation des études, l'exécution des travaux, la production d'un DOE numérique. « A » Les précisions demandées sont définies par le LOD (level of Detail) et le LOI (Level of information) et ce pour chaque phase. « R » Les modèles métier, compilés dans une maquette fédérée, doivent fournir des supports 3D pour aider à la décision et à la résolution de sujets techniques. « T » A produire et mettre à jour au moins toutes les deux semaines, selon les exigences et avancements des études <p><u>COLLABORATION</u></p> <ul style="list-style-type: none"> « S » L'ensemble des maquettes métier sont modélisées en collaborant selon un BIM niveau 2 à minima « M » On exigera que les maquettes soient produites avec les autres corps de métier en lien, avec la dernière version partagée sur la plateforme collaborative « A » chaque lot s'assure régulièrement de la bonne version des maquettes mises en liens, à minima après chaque dépôt par les autres lots « R » le contrôle des liens doit être effectué par le coordinateur BIM du lot « T » la mise à niveau des liens s'effectue à chaque partage des maquettes métier
2- MODELISATION DU SITE, DONNEES EXISTANTES	<ul style="list-style-type: none"> « S » Adapté à chaque site « M » Ecart des relevés de l'existant avec les modèles 3D de l'existant, qui sert de base aux projets « A » Atteignable moyennant des outils de contrôle 3D « R » Le contrôle des volumes et des distances est tout à fait faisable « T » Au premier mois du lancement de projet, à la modélisation de l'existant
3- EXTRACTION DES QUANTITES ET VALEURS SIGNIFICATIVES	<ul style="list-style-type: none"> « S » Les quantitatifs sont produits uniquement à partir des modèles 3D du projet « M » Production de métrés, sur demande, à partir des modélisations du projet et/ou de l'existant « A » La création d'un nombre limité de quantitatifs est un objectif atteignable grâce au BIM

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « R » La création de nomenclatures est possible dès lors que les objets BIM ont été modélisés et correctement paramétrés ▪ « T » A chaque fin de phase ou sur demande expresse, tout au long du projet
4- CONFORMITE AU PROGRAMME	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » Vérification des valeurs significatives du projet que l'on compare au programme ▪ « M » les valeurs comparées entre programme et projet sont : surfaces, hauteurs des faux plafonds, etc. ▪ « A » Implémenter dans le modèle les valeurs significatives souhaitées, de façon manuelle ou automatique et les extraire en tableau .xls pour les comparer au tableau du programme ▪ « R » Les données dans le modèle sont facilement accessibles et en quantités limitées ▪ « T » A chaque fin de phase ou sur demande expresse, tout au long du projet
5- LA PRODUCTION DES LIVRABLES DEPUIS LA MAQUETTE BIM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » L'ensemble des livrables dû au titre du contrat (pièces graphiques) sont produits uniquement à partir des modèles 3D du projet ▪ « M » Nombre de livrables produits, initialement déterminés par une liste des livrables établie par chaque coordinateur ou référent BIM, mise en concordance avec la liste des livrables demandés par la MOA ▪ « A » La création d'un nombre limité de livrables (Plans, coupes, détails) est un objectif atteignable ▪ « R » La réalisation est faite grâce à des logiciels de modélisation adaptés qui permettent cette extraction 2D des modèles 3D ▪ « T » Tout au long du projet, selon un planning de livraisons à déterminer (à minima en cohérence avec le planning de remise des livrables de phases)
6- REALISER UNE COORDINATION ENTRE LES DIFFERENTS CORPS DE METIERS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » Les tests de conflits se feront entre les objets 3D du projet, selon une matrice de clash adaptée au projet. Ces tests permettent de vérifier l'état des maquettes et des interfaces entre modèles ▪ « M » Résultats des tests : Nombre de clashes significatifs entre les modèles 3D, tous compatibles avec un outil de coordination (type Navisworks, ou Solibri) avec suivi de l'évolution du nombre :

	<ul style="list-style-type: none"> ○ > 50 et/ou en augmentation : Alerte ○ < 50 et/ou en diminution : OK ▪ « A » Diminuer le nombre, voire tendre vers 0 clash est atteignable dans un projet ▪ « R » La coordination est faite grâce à des logiciels de suivi et des réunions destinées à cet usage ▪ « T » Tout au long du projet, dès que la maquette contient assez d'éléments
7 & 8 - REVUES DE PROJET & REUNIONS THEMATIQUES ASSOCIANT L'ADMINISTRATION PENITENTIAIRE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » Le modèle doit être le support à privilégier pour les revues techniques du projet (aide à la décision des Maîtrises d'ouvrages et maîtrise d'œuvre). La complétude et la précision des maquettes doit être suffisamment avancée pour permettre de traiter chacun des points des réunions thématiques. ▪ « M » On exigera des maquettes dont les volumétries permettent d'apprécier des situations et sujets techniques pour aboutir à des solutions adéquates, ainsi que des outils adéquats permettant une visualisation et une utilisation simple des maquettes ▪ « A » avoir la maquette numérique comme support visuel lors des réunions de projet est un objectif atteignable ▪ « R » les viewer IFC sont très adaptés pour permettre des échanges fluides autour de la maquette. Les plateformes collaboratives, pour la plupart, intègrent ce genre de viewer. ▪ « T » la fréquence des revues de projet sont définie au paragraphe 4.8 du présent document.
9- UTILISATION DE LA PLATEFORME COLLABORATIVE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » La plateforme collaborative sera l'endroit à privilégier pour collaborer et échanger autour de la maquette numérique ▪ « M » L'espace de collaboration est ordonné, et les informations (fichiers, modèles, commentaires, ...) sont partagées selon une fréquence définie ▪ « A » une organisation prédéfinie, ainsi que le respect des échéances pour le partage des informations sont atteignables ▪ « R » chaque acteur du projet aura des accès contrôlés aux différents espaces de la plateforme selon leur profil. ▪ « T » les fréquences de partages des informations seront ajustées sur celles des revues de projet, suivant la mission en cours.

10- PLANIFICATION 4D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » Production d'animation ou de modèles paramétrés, intégrant la notion de phases temporelles, en lien avec planning Etudes/Travaux ▪ « M » on exigera une grande transparence du planning pour l'exécution des travaux. ▪ « A » La création d'un nombre limité de phases est un objectif atteignable... ▪ « R » La réalisation est faite grâce à des logiciels de modélisation adaptés qui permettent cette intégration paramétrique du temps ▪ « T » Planning 4D à produire et à mettre à jour selon des fréquences à déterminer
11- COMMUNICATION DU PROJET	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » La maquette numérique doit être un support de communication entre les acteurs du projet, et l'externe ▪ « M » On exigera des maquettes que le rendu permette d'apprécier et comprendre le projet, même pour des non-initiés au BIM ▪ « A » produire un modèle, des plans, des visuels, ou une vidéo animée du modèle en rendu réaliste est atteignable ▪ « R » La réalisation est faite grâce à des logiciels de modélisation adaptés qui permettent un rendu réaliste ▪ « T » A chaque fin de phase ou sur demande expresse, tout au long du projet
12- REALISATION DES ETUDES TECHNIQUES A PARTIR DE LA MAQUETTE NUMERIQUE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » Cohérence entre la modélisation et les hypothèses faites ▪ « M » Liste de paramètres renseignant sur les aspects techniques des équipements ▪ « A » Liste de paramètres définie et exhaustive ▪ « R » Le contrôle de la cohérence peut être réalisé suite à une exportation des paramètres utiles sous format Excel, ou grâce à des outils de détection de conflits paramétré selon les règles métier ▪ « T » Tout au long du projet
13- CONTRÔLE DE CONFORMITÉ AUX EXIGENCES RÉGLÉMENTAIRES À PARTIR DE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » Les réglementations applicables au projet ▪ « M » Liste de points de contrôle, établie par le contrôleur technique, à vérifier via le modèle 3D. ▪ « A » Le contrôle et l'obtention de critères (limités) validés par la maquette numérique est atteignable.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « R » La réalisation est faite grâce à des audits de vérification, à la charge du Contrôleur technique. ▪ « T » Tout au long du projet, avec validité des livrables sous conditions d'avoir levé tous les avis défavorables.
14-PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » générer des indicateurs renseignant sur la performance environnementale des ouvrages. ▪ « M » Liste exhaustive d'indicateurs, à préciser au début du projet ▪ « A » La création et l'analyse d'un nombre limité d'indicateurs est un objectif atteignable. ▪ « R » La réalisation est faite grâce à des logiciels de modélisation adaptés qui permettent l'extraction de ces indicateurs. L'analyse est faite par un logiciel adapté selon la nature de l'indicateur. ▪ « T » A chaque fin de phase ou sur demande expresse, tout au long du projet
15- CONSOLIDATION DES DOE ET DUO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » Les DOE et DUO sont propres au projet ▪ « M » Remise d'un modèle numérique « Tel que construit », vérifiant les exigences du Maître d'Ouvrage à travers le cahier des charges BIM, notamment le tableau de développement ▪ « A » Le paramétrage (limité) des objets BIM selon une liste de critères, eux aussi limités, est atteignable dans un projet ▪ « R » La réalisation est faite grâce à des audits de vérification, à la charge du BIM Manager. ▪ « T » Tout au long du projet, avec audit définitif à réception du DOE des entreprises.
16- PREPARATION A LA MISE EN SERVICE ET A L'EXPLOITATION-MAINTENANCE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « S » favoriser l'utilisation de la maquette numérique lors de la phase d'exploitation / maintenance de l'ouvrage ▪ « M » Utilisation du DOE numérique pour alimenter et tenir à jour les bases de données de l'exploitant / mainteneur ▪ « A » Renseigner le DOE (paramétrage des objets) en vue de favoriser l'utilisation du BIM en exploitation / maintenance est un objectif atteignable ▪ « R » La réalisation est faite grâce à des audits de vérification, à la charge du BIM Manager. ▪ « T » Tout au long du projet, avec audit définitif à réception du DOE des entreprises.

3 ASPECTS ORGANISATIONNELS LIES A LA DEMARCHE BIM

3.1 Présentation et rôles des acteurs BIM du projet

3.1.1 Les obligations du groupement de conception-réalisation

Le titulaire de la mission devra :

- Répondre à l'ensemble des objectifs BIM et usages BIM en précisant leurs compréhensions, ainsi que les moyens et outils qui seront développés dans le cadre du projet.
- Assurer la qualité de l'ensemble des Maquettes Numériques du projet et garantir l'atteinte des objectifs BIM de la MOA.
- Proposer un BIM Manager au sein du groupement, garant durant tout le processus de conception puis de réalisation du projet, de la gestion des procédures BIM et de la vérification sur les maquettes numériques.
- Etablir la convention BIM Etudes et la convention BIM Réalisation.
- Respecter le présent cahier des charges BIM du Maître d'Ouvrage.
- Effectuer une compilation géoréférencée régulière de l'ensemble des Maquettes Numériques du projet (superposition des liens et transmission auprès de la MOA).
- Elaborer un planning BIM de modélisation et de livraison des maquettes BIM conformément au planning du projet.
- Gérer les présynthèses durant la phase de conception.
- S'assurer du respect de la démarche BIM (charte BIM) par tous les contributeurs BIM et ce jusqu'à la livraison du bâtiment.
- S'assurer de la transmission d'une maquette DOE conforme au charte BIM.
- Transmettre au Maître d'Ouvrage tous les documents associés constituant le DOE.
- Répondre aux besoins de Maintenance et Exploitation du présent cahier des charges.

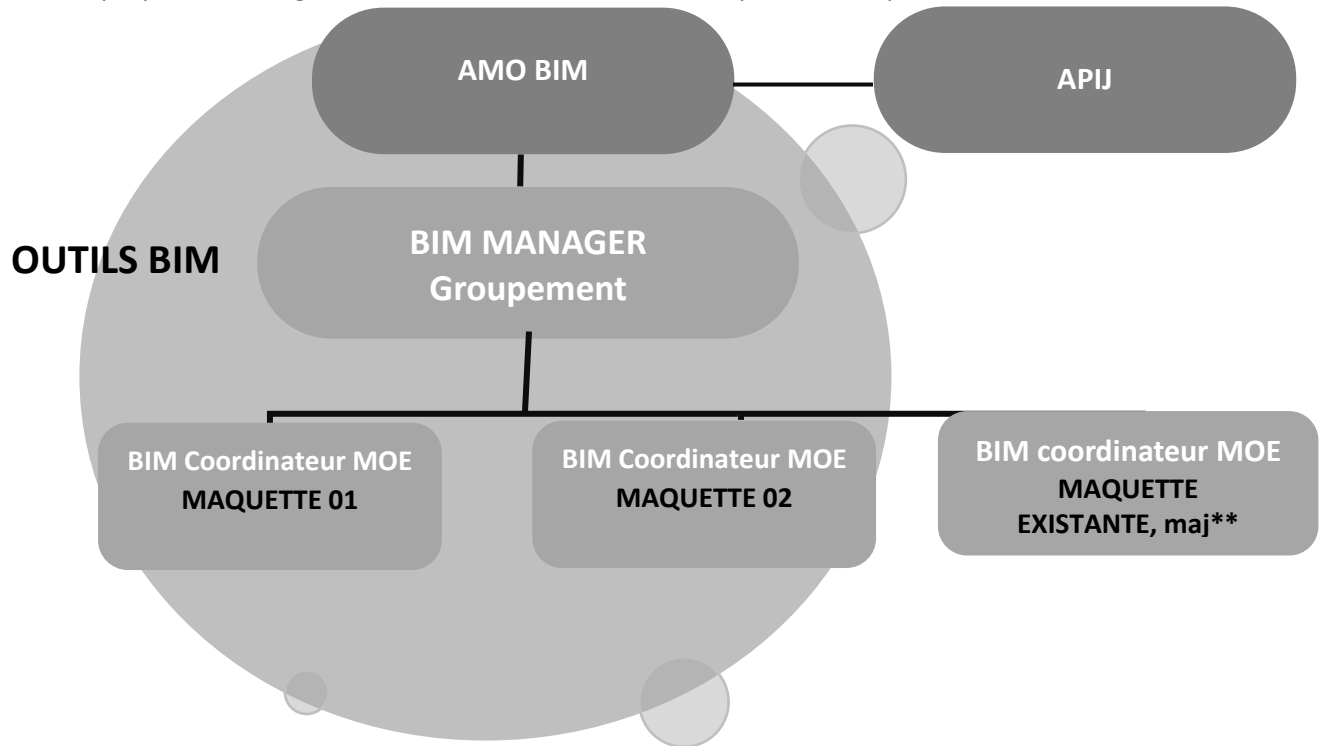
3.1.2 L'organigramme / organisation BIM

Le titulaire doit être organisé pour permettre un travail collaboratif avec le BIM comme étant l'outil central à la collaboration (Niveau II). Pour cela, l'équipe devra désigner un **BIM MANAGER référent** et **des BIM coordinateurs** pour chaque corps de métiers. L'organigramme identifié de l'équipe de maîtrise d'œuvre en phase conception, puis des différents lots en phase réalisation, devra apparaître dans les conventions relatives à chaque phase.

Notes :

- Le nombre de BIM coordinateur / maquette est à définir selon l'organisation du groupement et plus spécifiquement de la Maîtrise d'œuvre.
- La maquette existante est à la charge du groupement par les moyens qu'elle juge nécessaire (relevés topographiques, scans 3D) et elle devra la mettre à jour en fonction des évolutions éventuelles.
- La désignation du BIM MANAGER devra être validé par la MOA.

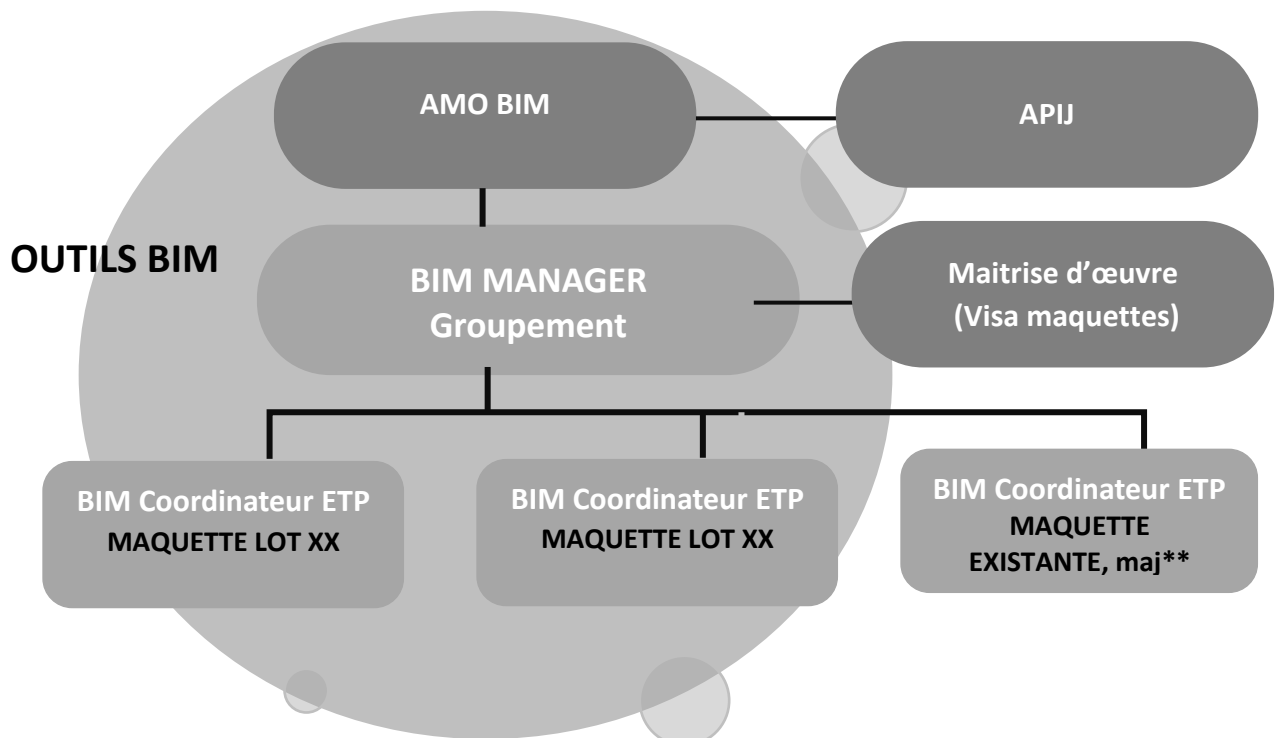
Ci-dessous une proposition d'organisation donnée à titre indicatif en phase conception (mission M1 à M4) :



** si besoin dans le cadre d'une réhabilitation

En phase EXE, le groupement sera garant du suivi de la démarche BIM en tant que BIM manager du projet.

Ci-dessous l'organigramme proposée à titre indicatif en phase de réalisation : EXE/DOE (M5 à M8)



3.1.3 Le rôle de l'AMO BIM

L'AMO BIM est le représentant BIM dans l'équipe du Maitre d'Ouvrage :

- Il accompagnera le Maitre d'ouvrage en tant qu'expert BIM
- Il contrôle la convention /protocole BIM établie par le BIM Manager pour s'assurer qu'elle soit en adéquation avec les objectifs / exigences définis avec le Maitre d'Ouvrage, le planning BIM, et ce selon pour les différentes phases de développement du projet.
- Il auditera les maquettes BIM et les livrables BIM du groupement, notamment :
 - La qualité et la cohérence de la modélisation,
 - La cohérence des informations géométriques et alphanumériques, et notamment le respect des niveaux de développement des objets modélisés (et notamment niveau d'information, de positionnement et de détail),
 - La cohérence entre la maquette numérique et les documents remis en format PDF.
- Il s'assure du respect du planning BIM.
- Il est le garant de la livraison de la maquette DOE conforme aux attentes du Maitre d'Ouvrage

L'AMO BIM formulera en tant que besoin les mesures correctives et présentera ce rapport lors des revues de projet BIM. Une nouvelle analyse des maquettes mises à jour sera alors effectuée afin de vérifier que ses réserves ont bien été levées et le rapport sera mise à jour en faisant apparaître clairement les réserves levées et celles non traitées, à minima à chaque phase d'études et selon un planning cohérent avec les durées de chaque phase.

Il est en particulier précisé que des contrôles de conformité entre la maquette BIM seront effectués par échantillonnage.

3.1.4 Le rôle du BIM Manager

Le BIM Manager est le garant de la production BIM pour l'ensemble du groupement. Il effectue les missions suivantes :

En phase de CONCEPTION :

- Il accompagne l'équipe en tant qu'expert BIM, référent BIM.
- Il établit la convention BIM reprenant les objectifs BIM et les outils qui en découlent selon les attentes de tous : livrables, extractions, etc. pour s'assurer d'une modélisation uniforme et collaborative.
- Il audite et contrôle des maquettes BIM Techniques. S'assurer du niveau de collaboration et de la qualité des maquettes conformément aux chartes de modélisation BIM et celles des livrables.
- Il contrôle l'avancement de la modélisation des Maquettes.
- Il met à disposition une Maquette gabarit (maquette de référence).
- Il effectue une compilation géoréférencée régulière de l'ensemble des Maquettes Numériques du projet, en vue de réaliser une détection de conflits entre les maquettes des différents lots.
- Il assure la qualité des maquettes vis-à-vis de la MOA.
- Il assure la coordination BIM à l'échelle du groupement.
- Il organise et anime des réunions BIM nécessaires au bon déroulement de la production BIM.
- Il coordonne le développement technique de spécifications BIM, normes, exigences relatives aux données, au besoin avec l'équipe de conception.
- Il encadre les dépôts des livrables BIM sur l'espace de dépôt.

En phase de REALISATION : EXE/DOE :

- Il est le BIM MANAGER général de l'opération et suit la démarche BIM auprès des BIM coordinateurs des différentes entreprises.
- Et s'assure du respect des objectifs BIM et les outils qui en découlent selon les attentes de tous : livrables, extractions, etc. pour s'assurer d'une modélisation uniforme et collaborative.
- Il audite et contrôle des maquettes BIM Techniques.
- Il s'assure du respect de la charte de modélisation BIM.
- Il contrôle l'avancement de la modélisation des Maquettes.
- Il effectue une compilation géoréférencée régulière de l'ensemble des Maquettes Numériques du projet en vue de réaliser une détection de conflits entre les maquettes des différents lots.
- Il assure la qualité des maquettes vis-à-vis de la MOA.
- Il organise et anime des réunions BIM nécessaires au bon déroulement de la production BIM.
- Il délivre au maître d'ouvrage une maquette BIM DOE : propre et compilée et en fait une présentation.

Modalité de changement du BIM Manager

La personne physique désignée par le titulaire pour être BIM Manager doit être acceptée par la Maîtrise d'Ouvrage.

Si une nouvelle personne physique est désignée, le titulaire doit en aviser immédiatement la maîtrise d'ouvrage par lettre recommandée avec accusé de réception, et rendre toutes les dispositions nécessaires pour que la bonne exécution des prestations ne s'en trouve pas compromise.

À ce titre, obligation lui est faite de désigner un remplaçant et d'en communiquer le nom et les titres à la maîtrise d'ouvrage dans un délai de quinze jours à compter de la date d'envoi de l'avis dont il est fait mention à l'alinéa précédent.

Le remplaçant est considéré comme accepté si la Maîtrise d'Ouvrage ne le récuse pas dans un délai d'un mois à compter de la réception de la communication mentionnée à l'alinéa précédent. Si la maîtrise d'ouvrage récuse le remplaçant, le titulaire dispose de quinze jours pour désigner un autre remplaçant et en informer la maîtrise d'ouvrage suivant les mêmes conditions que précédemment.

3.1.5 Le rôle du BIM Coordinateur métier

Le BIM Coordinateur est le responsable de l'équipe de dessinateurs dans chaque entreprise ou bureau d'étude. Il aide le BIM Manager dans toutes les tâches techniques de coordination, contrôle qualité et extraction d'information pour un corps de métier. Il rend des comptes au BIM Manager du projet. Il effectue les missions suivantes :

- Il est responsable, BIM référent, du ou des modèles BIM du lot ou des lots considérés.
- Il doit faire un contrôle de la qualité des maquettes dans les limites de son lot : contrôles visuels et des paramètres avant de transmettre la maquette au BIM Manager
- Il s'assure du respect de la charte BIM, de ses annexes et notamment des niveaux de développements des objets BIM.
- Il s'assure de la coordination des modèles, des objets BIM de son propre lot ou des lots entre-deux dont il a la responsabilité.
- Il rassemble et documente les changements à mettre en œuvre dans les modèles,
- Il élabore les rapports de collisions, comprenant l'identification et la résolution de tous les conflits identifiés dans son corps de métier,

- Il s'assure que tous les fichiers et documents fournis sur la plateforme collaborative répondent bien aux spécifications de la charte BIM
- Il participe aux réunions BIM

3.1.6 Le Rôle du BIM Modeleur

Le modeleur BIM élabore les modèles de projet pour la production des livrables en s'assurant de respecter les procédures BIM du projet.

Ses responsabilités sont de rendre compte de l'élaboration des modèles du projet auprès du BIM Coordinateur en respectant les règles définies par la convention BIM, la charte et ses annexes.

Ainsi chaque Intervenant BIM doit :

- Respecter la convention BIM, le charte BIM dont il découle.
- Produire les Maquettes Numériques conformément au niveau de détail défini.
- Utiliser les Maquettes Numériques des autres intervenants en accord avec les processus établis dans le Charte BIM.
- S'assurer que les Maquettes Numériques de Travail contiennent tous les éléments d'informations nécessaires (ex : vue et feuilles de présentation, nomenclatures, objets paramétrés, etc.).
- Fournir toutes les annotations nécessaires à la compréhension dans la Maquette Numérique.
- Gérer les avertissements générés par le Logiciel de Conception.
- Rendre une Maquette Numérique de Travail avec une note justifiant les avertissements non traités.
- Chaque référent BIM est responsable de la maquette numérique de son lot.

3.1.7 Le rôle de l'Architecte

Selon les besoins du projet, en complément des obligations ci-dessus, le rôle de l'Architecte est de :

- Modéliser l'ensemble des lots architecturaux (façades, second œuvre, décoration...). La partie Structurale devra être modélisée dans un sous-projet spécifique afin de pouvoir être isolée lors de la superposition avec la Maquette Numérique de Référence du BET structure.
- S'assurer que la Maquette Numérique de Travail contient toutes les informations nécessaires à la compréhension du Projet (Etiquette et paramètres de pièces, niveaux, faux plafonds, faux planchers etc.).
- Il est garant de la coordination des maquettes entre-elles en lien avec le BIM Manager, en ayant une vigilance particulière sur les interfaces entre le lot Structure et les principales gaines des lots techniques en lien avec la cellule de présynthèse et synthèse.
- Il réalise les métrés et quantitatifs, notamment le tableau des surfaces pour s'assurer du respect du programme, selon la liste des tâches.

3.1.8 Le rôle du BET Structure

Selon les besoins du projet, en complément, le Rôle du BET Structure est de :

- Modéliser l'ensemble des éléments de structures : béton, charpente métallique, fondations, bois, etc., conformément au niveau de développement des objets BIM.
- Modéliser l'ensemble du bâtiment, dès la M3.
- Fournir toutes les informations structurales (annotations des Poutres, Niveaux et épaisseurs des dalles etc.).
- Réaliser tous les détails techniques correspondant au Niveau de Développement.
- Réaliser les métrés et quantitatifs, pour s'assurer du respect du programme

- Travailler en collaboration avec la maquette Architecte et des lots techniques en lien.

3.1.9 Le rôle du BET FLUIDES/ELEC

En complément, le Rôle du BET Fluides/ELEC est de :

- Modéliser l'ensemble des lots techniques : CFO, CFA, CVC, DESenfumage, SSI, PLB, etc...conformément au niveau de développement des objets BIM.
- Modéliser l'ensemble du bâtiment, dès la M3.
- Fournir toutes les informations techniques (annotations de dimensionnement des réseaux, types de réseaux, fonctions de ces réseaux, etc.).
- Modélise les réservations dès les phases de conception
- Réaliser les métrés et quantitatifs.
- Travailler en collaboration avec la maquette Architecte, maquette existante : structure et des autres lots techniques en lien.

Remarque : Seuls les schémas et synoptiques pourront être réalisés sur des logiciels spécifiques.

3.1.10 Le rôle du BET VRD

En complément, le Rôle du BET VRD est de :

- Modéliser l'ensemble des éléments de VRD, sauf les éléments qui appartiennent au lot Paysagiste.
- Fournir toutes les informations techniques (annotations de dimensionnement des réseaux, types de réseaux, fonctions de ces réseaux, talus, etc.).
- Réaliser tous les détails techniques correspondant au Niveau de Développement.
- Réaliser les métrés et quantitatifs, pour s'assurer du respect du programme.
- Travailler en collaboration avec la maquette Architecte, maquette existante : structure et des autres lots techniques en lien.

3.1.11 Le rôle de la cellule de Présynthèse / Synthèse

En complément, le Rôle de la Présynthèse est de :

- Utiliser la maquette compilée contenant tous les lots.
- Analyser les clashes entre les différents lots depuis cette maquette numérique.
- Organiser des réunions de travail pour présenter les conflits aux architectes et bureaux d'études afin de les résoudre.
- S'assurer que les modifications actées aient été effectuées et intégrées dans les maquettes numériques.

3.1.12 Les obligations du mandataire du groupement

Le mandataire du groupement est garant de la bonne compréhension et intégration du présent cahier des charges BIM. Il doit s'assurer du niveau de maturité en BIM de ses co-traitants et sous-traitants. Dans le cas où l'un d'entre eux serait défaillant ou nécessiterait un accompagnement, le mandataire doit mettre en place les moyens nécessaires pour pallier les éventuelles difficultés rencontrées afin que cela n'ait pas d'influence sur le planning, la qualité de production des maquettes, des livrables, etc.

3.2 Répartition des tâches entre les acteurs du BIM

La matrice suivante présente la répartition des tâches entre les différents acteurs du projet autour du BIM et constitue un minima à respecter. Des amendements pourront être proposés, soumis à avis et approbation du maître d'ouvrage.

		Titulaire						
		Maitre d'Ouvrage	AMO BIM	BIM Management	Architecte	BET	Synthèse	Entreprise Générale et sous-traitants
	<div>R</div> Responsable <div>A</div> Acteur <div>C</div> Concerné <div>I</div> Informé							
Expression du Besoin	Rédaction du cahier des charges BIM	R	A	C	C	C	C	C
Processus initiaux	Mise en place des processus et réalisation de la convention BIM en réponse au cahier des charges BIM du MOA	I	I	R/A	C	C	C	C
	Présentation et modalités de gestion de la plateforme collaborative	I	I	R/A	C	C	C	C
	Définition Version logiciel de modélisation	I	I	R	C	C	C	C
Processus organisationnels	Vérification de l'application du cahier des charges BIM dans la convention BIM	I	R	R	A	A	I	A
	Contrôle des maquettes BIM (Visuel et formes)			R	A	R/A	I	R/A
	Contrôle des maquettes BIM (fonds)	I	I	I	R	R/A	C	R/A
	Vérification du respect de la convention BIM (les règles de codification, le rangement par sous projet, des avertissements, ...)	I	I	R	C	C	C	C
	Compilation des modèles et mise à disposition			R	C	A	I	A
	Revue de projet BIM + compte rendu	I	I	R/A	C	C	C	C
	Réunions thématiques avec l'APIJ + compte rendu	C	C	C	R/A	R/A	C	C
Processus de production	Respecter la charte de modélisation BIM			C	R	R/A	I	R/A
	Respecter les attendus du Niveau de développement	I	I	C	R/A	R/A	I	R/A
	Saisir toutes les informations nécessaires à la compréhension du projet	I	I	C	R/A	R/A	I	R/A
	Rendre une maquette sans avertissements et une note justifiant ceux non traités	I	I	C	R/A	R/A	I	R/A
	Réaliser la coordination/ synthèse avec l'ensemble des maquettes	I	I	R/A	C	C	C	C
	Compilation et détection des interférences	I	I	R/A	C	C	R/A	C
	Production des supports des réunions thématiques	I	I	C	R/A	R/A	C	C
	Résolution Technique des conflits	I	I	I	C	A	R/A	A

				Titulaire				
	<div><div>R</div> Responsable</div> <div><div>A</div> Acteur</div> <div><div>C</div> Concerné</div> <div><div>I</div> Informé</div>	Maitre d'Ouvrage	AMO BIM	BIM Management	Architecte	BET	Synthèse	Entreprise Générale et sous-traitants
Synthèse et visa BIM	Maquette d'Exécution			R	C	A	A	A
	Maquette DOE	C	C	R	C	C	A	A
	Verser DOE numérique sur la GED interne APIJ (le cas échéant)	C	C	C	C	C	A	A
	Maquette Exploitation / Maintenance	C	C	R	C	C	A	A

3.3 Contrôle Qualité

Le Titulaire met en place un plan de contrôle de qualité BIM dans son protocole BIM. Ce document a notamment pour objet de s'assurer, tout au long du projet, de la qualité de modélisation des maquettes numériques, de vérifier le respect du présent cahier des charges et du protocole BIM, de s'assurer de la fiabilité des maquettes numériques DOE, et de limiter l'apparition de désordres ultérieurs.

Chaque contributeur doit procéder au contrôle de la qualité et de la complétude de l'ensemble des données et des modèles qu'il produit avant de les transmettre au BIM Manager.

Le BIM Manager procède également au contrôle de la qualité des maquettes lors de la préparation des livrables.

Le plan de contrôle de qualité BIM comprend a minima les éléments suivants :

- Contrôle visuel,
- Détection de conflit interne à chaque contributeur,
- Vérification définie par le BIM Manager pour le projet,
- Conformité des maquettes numériques au présent cahier des charges et au protocole BIM (notamment respect des niveaux de développement exigés).

Un registre détaillant les mesures de contrôle de qualité réalisées, et une mise à jour du plan de contrôle de qualité BIM fera partie de chaque livrable BIM.

3.4 Formation

Cet article complète les dispositions de l'article 14.5.2 du CCAP. Le titulaire prévoit une formation spécifique à la prise en main de la maquette numérique DOE livrée et aux fonctionnalités de base du logiciel, aux utilisateurs pressentis.

Le nombre maximal d'utilisateurs à former sera de 16 personnes, en groupe de 4 à 8 personnes.

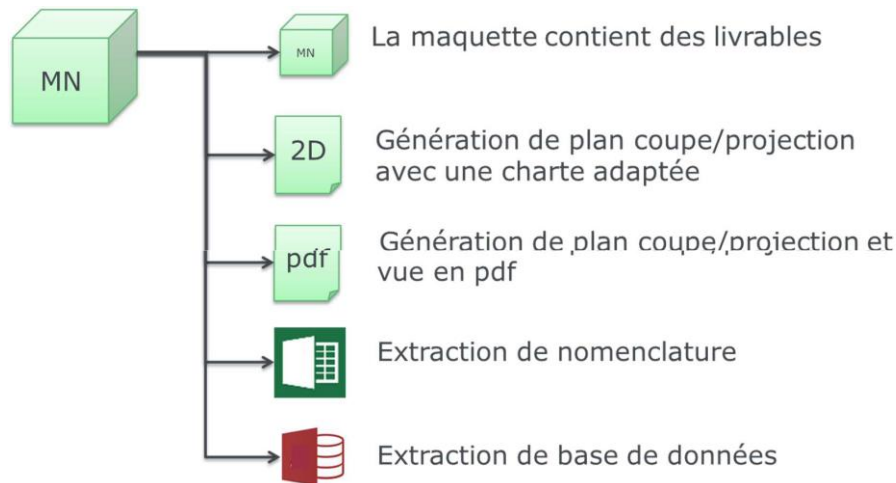
Le titulaire proposera une formation pratique d'une durée minimale de trois jours dans une salle informatique adaptée à l'outil logiciel.

4 Livrables et modalités de vérification par le maître d'ouvrage

4.1 Généralités

La compilation de ces multiples bases de données doit permettre d'extraire de nouvelles informations augmentant la qualité de définition du projet.

Pour chaque niveau il est alors possible d'extraire les livrables suivants de la Maquette Numérique (MN) :



Le principe général est que l'ensemble des plans soient extraits des modèles BIM.

Néanmoins, certains documents pourront être produits indépendamment des modèles BIM (notamment les pièces écrites, synoptiques, schémas de fonctionnement, etc.). Cependant, toute production graphique en dehors de modèles BIM doit, au préalable, être validée par le maître d'ouvrage. Pour cela, une liste des livrables devra être produite précisant les livrables extraits ou non des modèles BIM et ce sans post-traitement.

Il sera demandé au BIM Manager de transmettre à chaque livrable de maquette, la liste de plans 2D précisant s'ils sont extraits ou non des modèles BIM.

Les livrables BIM attendus pour chaque mission sont décrits au chapitre suivant.

4.2 Mission M0

Etant une mission structurante pour la construction de la démarche BIM sur le projet, les attentes et livrables de la mission M0 sont décrits à l'article 2. Etudes préliminaires : maquette numérique BIM - Mission M0 de l'Annexe N°01 du CCAP.

Pour rappel, elle consiste à modéliser une trame représentative d'un bâtiment d'hébergement « courant » (MA, ou CD en l'absence de MA) qui servira d'échantillon afin de préciser les méthodes de travail collaboratif autour de la maquette numérique et les attentes du maître d'ouvrage.

Cette mission préliminaire a également pour objectif :

- De s'assurer, via la modélisation, de la bonne compréhension par le groupement des objectifs et usages BIM définis au cahier des charges,
- De préciser les niveaux de développements des différents objets BIM selon les différentes phases et affiner les besoins,
- De s'assurer d'une collaboration de niveau 2 à minima entre les différents acteurs BIM du groupement.

4.3 Phase de conception (missions M1 à M4)

4.3.1 Livrables

Le tableau suivant détaille la liste exhaustive des livrables BIM attendus en phases de conception :

Livrable	Format	Version	M0	M3	M4
Maquettes au format natif	.natif	A préciser	x	x	x
Maquettes IFC	.ifc	2x3	x	x	x
Maquette compilée au format IFC					
Convention BIM	PDF		x	x	x
Protocole BIM mis à jour le cas échéant					
Tableau de suivi SMART	.xlsm		x	x	x
Plans, carnets de plans	dwg, pdf, ...			x	x
Audit analyse maquettes/contrôle qualité	xlsx, pdf, docx ...			x	x
Tableaux de vérification de la conformité programme/projet (suivant art. 7.10)	xlsx, ...		x	x	x
Fichiers RDD Topographie et Equipements					x
Autres (Bibliothèque d'objets, ...)	.ifc , ...				x

Il n'est pas attendu la remise de livrables spécifiques pour les missions M1 & M2. Cela ne doit cependant pas impacter la bonne mise en place de la démarche BIM dans le cadre du démarrage des études de conception, conformément aux livrables remis par le titulaire et validés par le maître d'ouvrage dans le cadre de la mission M0.

4.3.2 Convention BIM pour la phase de conception (missions M1 à M4)

Le titulaire devra produire une convention BIM, qui détaille la mise en œuvre du BIM sur le projet, et explicite comment le titulaire répond aux exigences BIM décrites au présent cahier des charges.

Une Convention BIM pour la phase conception couvrant les mission M1 à M4 devra être produite. Une autre convention sera produite en phase de réalisation, la convention BIM EXE. Une première version de celle-ci pourra cependant être fournie dès le démarrage des études par le groupement de conception-réalisation, et constituera à minima un livrable de la phase PRO.

La convention BIM précise son cadre d'application, qui à priori s'applique à l'ensemble des parties prenantes du projet. Toute dérogation à ce principe (pour des raisons spécifiques à un projet) doit être précisée dans la convention BIM, et soumise à validation de la Maîtrise d'Ouvrage.

Cette convention reprendra les différents points et plus particulièrement précisera :

- Le cadre de la mission BIM
- Les objectifs de la démarche BIM : quels moyens seront mis en œuvre, quels sont les outils pour répondre aux objectifs définis au §2 ainsi que l'ajout et la définition des éventuels objectifs /usages propres au groupement pour les besoins de l'équipe.
- L'organisation BIM :
 - Présentation du BIM Manager : rôle au sein de l'entreprise, organisation, moyens, etc...

- Présentation des BIM coordinateurs : rôle au sein de l'entreprise, organisation, moyens, etc...
- Organigramme.
- Préconisations BIM :
 - Organisation des modèles,
 - Niveau de collaboration,
 - Niveau de détail, cf. tableau de développement.
- Contrôle qualité : les outils mis en place.
- Les livrables prévus.
- Le planning prévisionnel de livraison BIM conformément au planning du projet. Il s'agit pour le titulaire de définir les jalons pour chacun des livrables BIM associés aux différents lots, et de s'assurer que ces jalons soient cohérents avec le planning global du projet.

Note : cette convention devra être remise à jour au début de chaque phase : APD et PRO

4.3.3 Format des maquettes

Les maquettes sont attendues au format natif et au format IFC par bâtiment et UNE maquette compilée au format IFC et ce à chaque fin de phase à minima.

Les versions des logiciels utilisés pour la production des maquettes doivent être suivies avec une très grande vigilance, pour limiter au maximum les problèmes d'interopérabilités.

Afin de minimiser ces derniers, il est recommandé d'utiliser le même logiciel de conception.

Une seule et même version du logiciel de conception doit être fixée au début du projet pour tous les intervenants. Les maquettes au format natif doivent être livrées avec la version correspondante. Cette version devra rester la même jusqu'au DOE.

Les maquettes au format IFC doivent être livrées au format IFC 2x3. Une procédure d'export IFC est décrite au paragraphe 7.7.

4.3.4 Précision concernant les attendus de la maquette

Phase CONCEPTION, APS/APD : niveau de définition permettant de positionner et décrire tous les éléments constitutifs de l'ouvrage. Elle devra comprendre les éléments suivants :

- Objets structuraux positionnés y compris fondations et incluant les informations techniques (forme et nature) associées ;
- Objets constituant l'ensemble des parois intérieures positionnées, qualification des parois des volumes internes et localisation des ouvertures y compris les équipements participant à la protection incendie ;
- Définition de tous les matériaux de surface (sols, murs, plafonds) dès la mission M1 (possible via un paramètre). Cependant la modélisation est réalisée à partir de la mission M3.
- Maquettage des locaux techniques, définition des trémies principales, cheminements des réseaux principaux, implantation des équipements terminaux principaux relatifs aux fluides (CFO, CFA, CVC, Plomberie, protection incendie) ;
- Définition de la nature des surfaces et infrastructures (voiries et aménagements paysagers) environnant le projet et inscrites dans celui-ci ;

- Cheminement de l'ensemble des réseaux extérieurs en coordination avec les réseaux existants ;
- Implantation des points de connexion avec les concessionnaires (y compris équipements associés) en limite de propriétés/bâtiment ;
- Y compris l'usage des valeurs extraites de la maquette numérique de conception ;
- Dans le cadre de la présynthèse modélisation, en phase APD les gaines techniques et grilles en façades ; les réservations supérieures à 30x30cm seront modélisées pour valider les impacts liés à la conception ainsi que les impacts structurels ;
- Multicouches : Dans le cadre de modélisation des objets BIM à partir de la phase APD (création maquette Structure), ceux-ci peuvent être modélisés en multicouche si et seulement s'ils concernent un seul et même lot.

Phase CONCEPTION, PRO : Niveau de définition avancé permettant d'arrêter l'ensemble des prestations. Elle vise à déterminer l'attribution par corps d'état des ouvrages qui composent le bâtiment à construire et à préparer la phase de travaux. Le niveau de développement présente de manière exhaustive les composants de la maquette numérique : ils sont repérés et renseignés et permettent une description détaillée de l'ouvrage et l'établissement d'un coût prévisionnel des travaux décomposés par corps d'état, sur la base d'un avant-métré. Elle devra comprendre les éléments suivants :

- Ensemble des composants de l'ouvrage définis, positionnés et dimensionnés sous forme d'objets renseignés et référencés par rapport au découpage en lots envisagé pour la consultation des entreprises (désignation, nature, composition, géométrie, propriétés physiques, performances) ;
- Objets relatifs aux ouvrages de fondation et de structure ;
- Objets constituant les enveloppes : les différents types de façades sont définis, positionnés et dimensionnés sous forme d'objets génériques renseignés (désignation, nature, composition, propriétés physiques, performances) ;
- Objets constituant les ouvrages intérieurs : les différents ouvrages intérieurs et leurs ouvertures sont définis, positionnés et dimensionnés sous forme d'objets génériques renseignés (désignation, nature, composition, géométrie, propriétés physiques, performances, calepinage). Notamment figurent les faux plafonds, faux planchers, cloisons, portes, revêtement et habillage, façade intérieure, aménagements ;
- Objets relatifs aux fluides (CFO, CFA, CVC, Plomberie, protection incendie). Les principaux équipements et réseaux sont dimensionnés et saisis sous forme d'objets détaillés et génériques (désignation, dimensions, fonction, spécification technique) ;
- Objets relatifs aux VRD, aménagements paysagers : les principaux réseaux sont dimensionnés et saisis sous forme d'objets gabarits (désignation, fonction, informations techniques nécessaires) ;
- Les réservations sont à intégrer dans la maquette Structure. Les réservations, faisant l'objet de demandes au BET structure, peuvent être provisoirement présentes dans les maquettes des BET fluides, le temps que ces demandes soient validées puis intégrées à la maquette structure. Une grande vigilance est demandée pour éviter les doublons.
- Les maquettes doivent permettre le contrôle de la bonne prise en compte du programme et du respect des engagements contractuels du groupement concernant les différentes finitions mises en œuvre (façades, finitions intérieures, type de cloisons, etc.).

Point de vigilance : l'utilisation de multicouches à partir de la phase PRO est à proscrire, car celle-ci favorise la présence de doublons pour les couches de murs structurels.

- Dans le cadre de la présynthèse modélisation, les réservations supérieures à 20x20cm seront modélisées pour valider les impacts liés à la conception ainsi que les impacts structurels.
- Multicouches : Dans le cadre de modélisation des objets BIM, ceux-ci peuvent être modélisés en multicouche si et seulement s'ils concernent un seul et même lot.

4.3.5 Modalités de vérification et d'approbation des livrables en phase de conception

Un audit d'une zone spécifique et/ou d'un groupe de bâtiments (3 à 4 bâtiments à minima) sera effectué à chaque fin de mission par l'AMO BIM, pour s'assurer de la qualité de la production BIM, et vérifier que les exigences BIM de la MOA ont été atteintes. Le but étant qu'à la fin de la phase de conception (M1 à M4), l'ensemble des bâtiments soit audité au moins une fois.

Cette vérification donnera lieu à un rapport d'analyse. Le cas échéant, le BIM Manager est chargé de répondre aux réserves présentées dans les rapports d'analyse.

Il est en particulier précisé que des contrôles de conformité entre la maquette BIM et les plans extraits de cette même maquette par le titulaire seront effectués par échantillonnage par le maître d'ouvrage.

4.3.6 Fréquence des audits

Les audits sont effectués à chaque fin de mission, lors de la réception des livrables par la MOA ainsi qu'un audit intermédiaire, à mi-phase.

Dans le cadre des différentes phases d'études visées ci-dessus, la maquette sera analysée dans les conditions et selon le formalisme indiqué à l'article 8.3 du CCAP, comme partie intégrante du dossier remis à chacune de ces phases.

4.4 Phase de réalisation (missions M5 à M7)

4.4.1 Livrables

Chaque livrable consiste en une mise à jour du précédent livrable en fonction de l'avancement de l'opération.

Les éléments modélisés permettent de distinguer clairement :

- Les éléments correspondant aux études d'exécution validées mais non encore réalisés,
- Les éléments correspondant aux travaux réellement effectués (mise à jour des études d'exécution en vue de la préparation du DOE).

Le tableau suivant détaille la liste exhaustive des livrables BIM attendus en phase de de réalisation :

Livrable	Format	Version	Mission :	M5	M6	M7
Maquettes au format natif	..natif,			x	x	x
Maquettes IFC	.ifc	2x3		x	x	x
Maquette compilée au format IFC						
Convention BIM EXE	.pdf			x	x	x
Tableau de suivi SMART	.xlsm			x	x	x
Plans, carnets de plans	.dwg, .pdf, ...			x	x	x

Audit analyse maquettes/contrôle qualité	..xlsx, .pdf, docx			X	X	X
Tableaux de vérification de la conformité programme/projet (suivant art. 7.10)	.xlsx, ...			X	X	X
Autres (Bibliothèque d'objets , ...)	.ifc , ...					

4.4.2 Convention BIM EXE

Une Convention BIM EXE pour la phase de réalisation couvrant les mission M5 à M7 devra être produite. Une première version de celle-ci pourra être fournie dès le démarrage des études par le groupement de conception-réalisation, et constituera à minima un livrable de la phase PRO.

Ce document décrit la mise en œuvre du BIM par l'entreprise titulaire durant la phase de réalisation.

La convention BIM EXE mettra l'accent sur les objectifs et usage BIM ayant une forte valeur ajoutée pour les missions concernées ainsi que tous les éléments provisoires propres liés aux travaux (suivi des quantités et valeurs significatives pour l'avancement, gestion des espaces, zone à risques sur chantier, etc..).

La convention BIM EXE précise son cadre d'application, qui à priori s'applique à l'ensemble des parties prenantes du projet. Toute dérogation à ce principe (pour des raisons spécifiques à un projet) doit être précisée dans la convention BIM EXE, sous réserve de validation par la Maîtrise d'Ouvrage.

4.4.3 Formats des maquettes

Les maquettes sont attendues au format natif et au format IFC et UNE maquette compilée au format IFC

Les versions des logiciels utilisés pour la production des maquettes doivent être suivies avec une très grande vigilance, pour limiter au maximum les problèmes d'interopérabilités.

Afin de minimiser ces derniers, il est recommandé d'utiliser le même logiciel de conception.

Une seule et même version du logiciel de conception doit être fixée au début du projet pour tous les intervenants. Les maquettes au format natif doivent être livrées avec la version correspondante. Cette version restera la même devra rester la même jusqu'au DOE.

Les maquettes au format IFC devront être livrées au format IFC 2x3. Une procédure d'export IFC est décrite au paragraphe 7.7.

4.4.4 Modalités de vérification et d'approbation des livrables en phase de réalisation

Pour chaque livrable, la maîtrise d'ouvrage procédera, dans un délai de 21 jour calendaire, à une vérification de la qualité des informations des IFC et de leur conformité par rapport au cahier de charges BIM et au protocole BIM du Titulaire. Cette vérification donnera lieu à un rapport d'analyse. Le BIM Manager sera chargé de répondre aux réserves présentées dans les rapports d'analyse.

Il est en particulier précisé que des contrôles de conformité entre la maquette BIM et les plans extraits de cette même maquette par le titulaire seront effectués par échantillonnage par le maître d'ouvrage. Les feuilles et les vues doivent être conservées lors de la livraison des maquettes.

Conformément à la procédure de vérification décrite à l'article 12.1 du CCAP, en cas d'observations émises par le maître d'ouvrage, le titulaire réalise à ses frais les études complémentaires nécessaires à la levée de ces

observations et soumet les livrables complétés ou modifiés à l'avis du maître de l'ouvrage, sans pour autant pouvoir prétendre à une augmentation des délais définis à l'article 6 de l'acte d'engagement.

Ces nouveaux éléments sont analysés par le maître d'ouvrage dans les mêmes conditions et les mêmes délais que le livrable initial.

4.4.5 Fréquence des audits

Un audit sera réalisé tous les deux mois dans le cadre de l'exécution des missions M5 à M7 (à minima 8 audits sur l'ensemble des missions de M5 à M7 à répartir selon le planning des études d'EXE). Ces audits sont effectués sur une zone et/ou un bâtiment spécifique pour s'assurer de la qualité de la production BIM, et vérifier que les exigences BIM de la MOA ont été atteintes. Le but étant qu'à la fin de la mission M7, l'ensemble des bâtiments ait été audité au moins une fois.

Un audit global des livrable BIM sera effectué en fin de phase de réalisation en vue de la préparation du DOE.

4.5 Maquette numérique des ouvrages exécutées (MNOE) / DOE

4.5.1 Livrables

Les maquettes numériques complètes (ensemble des bâtiments et des lots) au format natif et IFC, et les deux fichiers RDD décrits à l'article 8.3 du présent cahier des charges BIM seront intégrés au dossier des ouvrages exécutés et remis dans les conditions définies à l'article 12 de l'annexe 01 du CCAP.

L'ensemble des informations, données et pièces graphiques du DOE sont extraites de la maquette numérique. Toute production graphique en dehors de modèles BIM doit, au préalable, être validée par le maître d'ouvrage.

Le tableau suivant détaille la liste exhaustive des livrables BIM attendus au stade du DOE :

Livrable	Format	version
Maquettes au format natif	.natif ,	
Maquette compilée	.ifc	2x3
Maquettes IFC	.ifc	2x3
Plans, carnets de plans	dwg, pdf, ...	
Fiches maquettes	xlsx, pdf, docx ...	
Quantitatifs	xlsx, ...	
Autres (Bibliothèque d'objets, etc.)	.ifc , ...	

A noter que les fichiers RDD sont attendus au format Excel et PDF (A3 paysage). Les plans architectes devront préciser en cohérence la codification des pièces telle que définie dans le tableau des pièces RDD topographique. Dans le cas où les locaux seraient identifiés par un autre code sur les plans architectes, il sera fourni un tableau de correspondance entre ce code et le code RDD Topographie.

Les tableaux RDD équipements seront fournis pour chaque bâtiment, en regroupant par bâtiment dans un même tableau Excel l'ensemble des équipements sans différenciation d'onglet pour permettre le tri par type, nom, niveau, code ISIS, etc.

4.5.2 Finalités

Les MNOE doivent être mises à jour pour être représentatives de la construction telle qu'elle est au moment de la réception et de la livraison de l'ouvrage puis des levées de réserves qui la suivent. Dans le cas où des nuages de points sont réalisés, les MNOE devront être mises à jour en intégrant ces derniers éléments.

Notamment :

- Les objets BIM doivent respecter le tableau de niveau de développement, vis-à-vis de l'implémentation des paramètres BIM. Les paramètres devront être prévus dès la phase de modélisation des objets BIM et seront implémentés au fur et à mesure de l'exécution du projet et de la connaissance des données.
- La maquette générale doit lier l'ensemble des maquettes et chaque maquette doit être nettoyée afin de faciliter son utilisation (purgée).
- Les maquettes doivent être fournies au format natif et au format IFC.
- La maquette DOE TCE devra être liée à la plateforme de dépôt et/ou GED permettant de lier l'ensemble des plans, fiches techniques, documents DOE avec les objets BIM correspondants, les niveaux, zones ou bâtiments.

Rappel : dans le cadre du processus BIM, la maquette DOE résulte d'une mise à jour, finalisation de la maquette utilisée en phase Exécution et non d'une nouvelle maquette. Celle-ci provient d'un processus collaboratif depuis la phase de conception/EXE et est enrichie au fur et à mesure du projet.

Un contrôle sera fait par l'AMO BIM à la réception de la maquette DOE. En cas de non-conformité aux ouvrages tels que construits, relevés de nuages de points, etc., ou données non exploitables, les entreprises d'exécutions et/ou les bureaux d'études devront remettre à jour à leur charge la maquette et ce jusqu'à la validation de ladite maquette par l'AMO BIM, que ces derniers ne puissent opposer une quelconque réclamation.

L'ensemble du dossier DOE sera également livré sous format PDF, format figé intégrant tous les documents rattachés à la maquette numériques (plans, fiches techniques, schémas, etc...) et tous les livrables extraits de la maquette numérique de coordination et maquettes métiers rattachées (ensemble des feuilles et nomenclatures).

Il pourra être demandé au groupement de déposer sur la GED interne de l'APIJ, le DOE numérisé ainsi que la maquette numérique EM validés suivant une arborescence et un protocole qui lui seront communiqués dans le cadre de la préparation de la mission M8. En amont du dépôt, une formation adaptée des membres du groupement concernés sera assurée par l'APIJ ou son prestataire.

4.5.3 Format des maquettes

Les maquettes sont attendues au format natif et au format IFC.

Les versions des logiciels utilisés pour la production des maquettes doivent être suivies avec une très grande vigilance, pour limiter au maximum les problèmes d'interopérabilités.

Afin de minimiser ces derniers, il est recommandé d'utiliser le même logiciel de conception.

Une seule et même version du logiciel de conception doit être fixée au début du projet pour tous les intervenants. Les maquettes au format natif doivent être livrées avec la version correspondante. Cette version restera la même devra rester la même jusqu'au DOE.

Les maquettes au format IFC devront être livrées au format IFC 2x3. Une procédure d'export IFC est décrite au paragraphe 7.7.

4.5.4 Modalités de vérification et d'approbation du DOE

Un audit global du DOE est effectué lors de sa livraison, pour s'assurer de la qualité de la production BIM, et vérifier que les exigences BIM de la MOA ont été atteintes. Au fur et à mesure de la production du DOE, les observations de l'AMO BIM devront être prises en compte par le titulaire. Il devra y apporter les modifications et reprises nécessaires avant la livraison finale.

4.5.5 Fréquence des audits

L'audit global du DOE numérique BIM est effectué lors de livraison à la MOA. L'ensemble des bâtiments et donc des maquettes seront audités. Cependant afin d'anticiper les attendus, un ou des audits intermédiaires peuvent être effectués selon les besoins spécifiques à chaque projet. Notamment un audit intermédiaire pourra être réalisé deux mois avant la date d'achèvement prévisionnelle des travaux estimée par le titulaire.

4.6 Gestion Exploitation et Maintenance / GEM

Le tableau de niveau de développement précise les besoins par équipement attendus en phase exploitation / maintenance : les attributs ou paramètres seront créés en reprenant les intitulés exacts et seront complétés en données maintenance par les entreprises attributaires des lots concernés. Il sera également précisé dans cette annexe le niveau de détail graphique attendu par équipement. Ce tableau n'étant pas exhaustif, il pourra être complété en cours de projet dans le cadre d'échanges spécifiques avec les utilisateurs et le gestionnaire délégué le cas échéant.

Les maquettes transmises doivent être exploitables directement par les futurs utilisateurs pour l'entretien / maintenance. Elles seront la pleine propriété du Maître d'Ouvrage.

Ces maquettes Exploitation Maintenance seront des « *copies allégées* » des maquettes DOE, avec la suppression de tous les documents techniques non nécessaires à l'exploitation maintenance (plans de ferrailage, détails EXE fondation, autre détails techniques spécifiques, etc.).

Une liste de ces documents à supprimer sera diffusée et soumis en amont de la livraison du DOE pour validation du MOA.

Les livrables attendus

- La maquette numérique obtenue en phase de réception est enrichie et mise à jour avec les données venant de la gestion-exploitation-maintenance ; ces données proviennent non seulement du maître d'ouvrage ou des usagers, mais aussi de l'ensemble des acteurs et prestataires intervenants sur le bâtiment et ses équipements.
- Les interfaçages avec les bases de données et les outils administratifs, financiers et stratégiques, doivent être mis en place pour garantir la pérennisation et l'exploitation des informations.
- Les fichiers RDD Topographie et Equipements, recensant les données topographiques et équipements extraites de la maquette numérique au format XLS (cf. Article 8.3 de la présente annexe), afin qu'elles puissent être transférées et exploitées dans l'application ISIS (Interface de Signalement, d'Information

et de Suivi) qui outille les services d'exploitation, de maintenance et de service à la personne des établissements pénitentiaires (EP).

- Le BIM GEM Manager, s'il est désigné, établit un protocole BIM spécifique à la phase d'exploitation, précisant les processus et les rôles et responsabilités de chacun des acteurs.

4.7 Les attentes spécifiques dans le cadre d'un marché global de performance (MGP)

Le marché public global de performance est un contrat global qui permet d'associer plusieurs prestations (fournitures, travaux, services) dans un objectif de performance chiffré qui doit être mesurable et peut porter sur différents critères : efficacité énergétique, l'incidence écologique, la qualité de service et le niveau d'activité, etc.

Dans ce cadre la démarche BIM doit accompagner la construction et le suivi des outils d'évaluation de la performance tout au long de la vie du contrat. Elle doit notamment permettre de formaliser et de suivre les paramètres de performances associées aux différents équipements, matériels, finitions, etc. tel que par exemple :

- Pour les lots architecturaux : la qualité des matériaux, entretiens, durée de vie, entretiens, etc.,
- Pour les équipements techniques : la puissance, débits, consommation, durée de vie, dates d'entretiens, etc.

Et ce pour l'ensemble des systèmes, afin de les comparer par la suite avec les valeurs réelles, l'objectif étant de pouvoir vérifier la conformité aux exigences de performances du marché.

Ainsi dans le cadre d'un marché global de performance, le tableau de développement devra être complété et intégrer des paramètres spécifiques et mesurables pour les engagements de performance du marché tout au long de sa vie, afin de s'assurer du respect de ceux-ci. Ces paramètres doivent être renseignés avant la livraison de la phase DOE et ce conformément aux engagements du marché.

Le titulaire doit définir les éléments mesurables et s'assurer de leur intégration pour chaque objet BIM et proposer des tableaux d'extraction permettant de suivre ces différents points et les comparer avec les valeurs réelles du site et dans le temps.

Un test devra être réalisé avant la livraison du DOE sur un bâtiment pour valider le concept.

Les livrables attendus

- Définition des paramètres de performances mesurables dans le cadre du MGP
- Mise à jour du tableau de développement précisant les paramètres mesurables du MGP
- Extraction de tableaux spécifiques par système des paramètres projet / réel et analyses comparatives démontrant les écarts en termes de performance le cas échéant

4.8 Modalités de consultation de la maquette BIM entre deux missions

Les maquettes numériques seront supports des réunions définies aux articles 1.5.2 et 1.5.3 du CCAP, et des réunions thématiques associant l'administration pénitentiaire. A cet effet, le maître d'ouvrage aura accès au moins 3 jours ouvrés avant la tenue de la réunion aux documents de travail BIM sur la plateforme collaborative, mais ne procédera pas à une analyse de ces documents, au sens de la vérification de livrables réalisée à chaque phase.

Au cours des différentes phases de conception et de réalisation, les maquettes seront régulièrement transmises pour la bonne compréhension de l'ensemble du projet.

4.9 Les réunions BIM

4.9.1 Phase de conception

Des réunions BIM seront prévues, organisées et animées par la cellule de BIM Management. Ces réunions devront s'appuyer sur la maquette compilée, assemblage dynamique des différentes maquettes métiers de chaque lot.

La fréquence de ces réunions doit être fixée par le BIM Manager. Il est recommandé de tenir ces réunions à un rythme bimensuel, selon les besoins de l'équipe projet lors des mission M1 à M4.

Il peut s'agir de réunion spécifique BIM, ou être une partie de la revue de projet technique prévue par le processus classique de management de projet.

Cette réunion BIM permet aux différents lots de prendre connaissances des conflits géométriques identifiés par le BIM Manager grâce à la maquette compilée, et d'échanger sur les divers sujets BIM qui ont besoin d'être clarifiés.

C'est un temps d'échange entre toute l'équipe BIM, le BIM manager en est l'organisateur et rédige un compte rendu qu'il envoie au référent BIM de chaque partie prenante du projet.

4.9.2 Phase EXE / DOE

Les réunions BIM des phases EXE et DOE ont sensiblement les mêmes objectifs que celles des phases de conception, mais la fréquence doit être recallée sur celle des réunions de chantier lors de la phase travaux.

5 ASPECT MATERIELS LIES A LA DEMARCHE BIM

5.1 Logiciels BIM

Les logiciels seront capables de réaliser des modélisations 3D orientées objet compatibles BIM. Les logiciels devront pouvoir exporter et importer le format IFC version 2x3.

5.2 Caractéristiques de l'environnement informatique

Les fichiers des maquettes et l'ensemble des données relatives à la gestion-exploitation-maintenance seront disponibles aux utilisateurs par l'intermédiaire d'applications web pour la consultation et l'édition. En outre des espaces de partage seront mis en place pour faciliter les échanges et le téléversement de nouveaux fichiers. Cette architecture répondra aux besoins de :

- **Disponibilité** : les données doivent être disponibles sans interruption, et ce afin de pallier toute éventualité comme la nécessité de connaître rapidement et précisément les plans de réseaux en cas d'intervention d'urgence des pompiers, etc.
- **Pérennité** : afin de pallier toute altération des données, celles-ci devront être sauvegardées quotidiennement et stockées sur des environnements différents. Les fichiers de la base documentaire devront également être sauvegardés quotidiennement et « versionnés ». Il sera conservé un historique des versions des fichiers en cas d'erreur ou de mauvaise manipulation d'un utilisateur. Il est

recommandé de définir des critères de sauvegarde sur plusieurs paramètres (par exemple la conservation de toutes les versions d'un fichier sur les 7 derniers jours avec un minimum de 3 versions).

- **Accessibilité** : l'accès aux données doit être simple et efficace afin de faciliter l'action des utilisateurs au quotidien. On notera par exemple la possibilité de classer les données par « code métier » pour éviter que l'utilisateur ne soit submergé de données qui ne sont pas liées à son activité (exemple les données des systèmes de sécurité pour l'intervention d'un plombier). La consultation des documents associés nécessite également d'être simple et intuitive, pour les utilisateurs autorisés, afin d'être utilisable aux instants clés (entretien de chaudière, etc.). La mise en place de répertoires partagés, nommés par les identifiants uniques des éléments auxquels ils se rapportent et suivant leur hiérarchie de filiation dans la maquette, est demandée.
- **Sécurité** : aucun utilisateur ne doit pouvoir accéder à des données jugées sensibles, ou qui dépassent le cadre de son travail. La mise en place de filtre de visibilité, dépendant de chaque utilisateur est ainsi indispensable. Elle permet d'attribuer à chaque élément (composant ou équipement), un niveau d'accréditation nécessaire pour le visualiser. Chaque utilisateur se verra attribuer un niveau d'accréditation sous la forme d'un entier (1 à 5). Celui-ci ne pourra ensuite visualiser ou analyser (par requête) que les éléments dont le niveau de sécurité est inférieur ou égal à son niveau d'accréditation.
- **Interopérabilité** : l'environnement proposé se doit d'être basé sur des formats standards open-source notamment dans les protocoles d'accès et d'échange de données. La connectivité et l'accès aux données ne devront en aucun cas être restreints à un type ou une gamme de logiciels pour la communication avec d'autres systèmes gérant les données BIM. Ainsi les architectures fournissant des API REST au format JSON ou XML, selon les standards définis par l'IETF, facilitant l'interconnexion des différents outils de la chaîne, seront privilégiées.
La sécurité des échanges de données entre ces outils devra être assurée et sera contrôlée, de même que le respect des formats standards de communication afin d'éviter le développement de modules ou d'outils intermédiaires permettant les communications.

5.3 Plateforme collaborative d'échanges de fichiers

Dans le délai indiqué dans l'annexe n°1 du CCAP (mission M0), le titulaire devra mettre en place une unique plateforme collaborative sécurisée. Les droits d'accès, de lecture et de téléchargement du maître de l'ouvrage seront sur cette plateforme les mêmes que ceux du titulaire.

5.3.1 Objectifs

La plateforme collaborative devra répondre à minima aux objectifs suivants :

- faciliter la gestion des documents électroniques du projet en les rendant accessibles à tous les intervenants du projet, depuis tout poste informatique raccordé à internet, sans qu'il soit nécessaire d'installer un logiciel spécifique,
- assurer l'accès à chaque intervenant de l'opération, à tout instant, en fonction de ses droits, à la dernière version validée d'un document, à l'historique complet des comptes-rendus de l'opération, aux plans de références, des dossiers d'étude, etc.,
- garantir la traçabilité de tous les échanges et la fiabilité de l'archivage de tous les documents du projet,
- consulter, classer, sauvegarder, partager, valider, commenter les documents et les dossiers du projet dans un système de classement organisés suivant une architecture validée par le maître d'ouvrage,

- rechercher et trouver facilement tous les documents du projet avec des outils de recherche, d'indexation, de filtre, de tri par catégories ou à partir d'une charte de nommage par le maître d'ouvrage,
- visualiser directement les documents sans téléchargement, pour les formats courants : Microsoft office (.docx, .xls, .pptx), photos et vidéos 2D et 3D, PDF, plans DWG, maquettes IFC.
- centraliser, unifier et faciliter les échanges de documents et d'information pour la mise au point des documents d'études et d'exécution ainsi que de suivi de l'exécution (Circuit des VISAS),
- planifier les dates de production des livrables d'études, présentation d'échantillons, etc., et de suivi d'opération, faciliter leur validation et permettre un processus de relecture collaborative, notamment concernant le schéma contrôle qualité.

5.3.2 Fonctionnalités

Les fonctionnalités suivantes sont attendues.

5.3.2.1 Base documentaire

- Gestion des droits par dossiers ou par groupes
- Suivi des versions
- Partage sans zipper de dossiers et documents
- Visionneuse des fichiers courants (y compris .IFC et .DWG)
- Recherche rapide, full-text, par filtres, par catégories, par actualités, etc.
- Possibilité de sauvegarde en local
- Paramétrages de dossiers types
- Commentaires sur les documents

5.3.2.2 Gestion des VISAS

- Application de la charte de nommage (validée par le maître d'ouvrage)
- Classement automatique des documents suivant leur statut de VISA
- Suivi des AVIS, commentaires et pièces jointes, y compris sur les anciennes versions
- Suivi des VISA, commentaires et pièces jointes, y compris sur les anciennes versions
- Paramétrage des listes de diffusion et de validation automatique
- Emission de bordereaux de dépôt et rapports de suivi en PDF et .XLS
- Filtres détaillés pour suivi de l'avancement
- Gestion des délais et des alertes
- Création des délais et des alertes
- Création de rapport EXCEL ou PDF

5.3.2.3 Planification des livrables

- Application de la charte de nommage (validée par le maître d'ouvrage) et classement automatique si besoin
- Suivi des AVIS, commentaires et pièces jointes, y compris sur les anciennes versions
- Processus de relecture collaborative
- Import/Export du tableau de suivi au format XLS pour mise à jour du paramétrage des échéances prévisionnelles de remises de livrables
- Process de validation paramétrable par livrable
- Filtres détaillés pour suivi de l'avancement
- Gestion des délais et des alertes

- Création de rapport EXCEL ou PDF

5.3.3 Caractéristiques techniques

La plateforme collaborative devra présenter les caractéristiques suivantes :

5.3.3.1 Exploitation et administration

5.3.3.1.1 Dimensionnement/volumétrie

L'ensemble des livrables, documents, plans, et maquettes numériques demandés au titre des différentes missions du titulaire seront déposés sur la plateforme collaborative, dans les délais impartis et décrits dans le CCAP, en complément des formats demandés dans le CCAP, sans préjudice des remises en version papier demandées dans le CCAP. La date de remise sera appréciée à la remise de l'ensemble des éléments demandés sur la plateforme et en version papier.

A cette fin, la plateforme disposera d'un espace de stockage suffisant pour stocker l'ensemble de ces documents, sans limite de taille ou de format par document, et quel que soit le volume de données nécessaire (à titre informatif, au moins 40 Go), et sera dimensionnée pour l'ensemble des utilisateurs (à titre informatif, au moins 100 utilisateurs).

5.3.3.1.2 Serveur

Les serveurs utilisés pour stocker les données et effectuer les sauvegardes sont localisés au sein de La FRANCE, dans un Datacenter de niveau Tier II au moins (Tier II, III ou IV), garantissant un taux de disponibilité supérieur à 99.749% et une bande passante d'au moins 1000Mb/s, afin d'assurer la rapidité du transfert des données, en termes de débit montant et descendant, et de permettre le bon déroulement des échanges de données.

L'identification des serveurs est indispensable et doit faire l'objet d'une validation par les services informatiques et de sécurité de l'APIJ.

5.3.3.1.3 Gestion des points d'entrée et de sortie

La plateforme collaborative sera accessible via un navigateur web, permettant l'accès à l'ensemble des documents sur tous types de terminaux (ordinateurs, tablettes et smartphones), ainsi que depuis tous types de navigateurs. Cette interface doit permettre le dépôt et le téléchargement de fichiers sans que leur taille puisse être limitative.

5.3.3.1.4 Moteur de recherche

La plateforme collaborative intègre une fonctionnalité de moteur de recherche des documents avancé.

5.3.3.1.5 Procédures

Le titulaire a la charge de la rédaction et la formalisation des procédures associées à l'usage/exploitation de la plateforme collaborative, qui seront fournies à l'ensemble des utilisateurs au moment de la mise en place de la plateforme collaborative, et à chaque nouvel utilisateur. Il aura en charge les formations nécessaires à la mise en œuvre de ces procédures. Le titulaire aura également la responsabilité du respect de ces procédures par les intervenants du projet et appliquera des mesures correctives en cas de dysfonctionnement constaté.

5.3.3.2 Sécurité

5.3.3.2.1 Sécurité des données

Le titulaire est en charge de la sécurité de la plateforme collaborative comme des systèmes de sauvegarde.

5.3.3.2.2 Administration

Le titulaire définit un administrateur de la plateforme collaborative, qui peut être le BIM Manager, en charge de la gestion des droits des utilisateurs. Celui-ci assure que la gestion de la sécurité de la plateforme collaborative soit effectuée en conformité avec la procédure de gestion et de diffusion des documents (notamment au regard de l'Article 18 du CCAP).

5.3.3.2.3 Authentification

Chaque utilisateur dispose d'un compte unique, et l'accès à la plateforme collaborative se fait via un identifiant et un mot passe sécurisé et crypté en MD5. Les échanges de données entre la plateforme collaborative et l'utilisateur sont cryptés en HTTPS/SSL 128 bits minimum.

5.3.3.2.4 Gestion des droits des utilisateurs

Pour chaque dossier, l'administrateur définit les droits des utilisateurs suivants, soit individuellement, soit par groupe d'utilisateurs :

- Accès/Lecture : voir le contenu du dossier et visualiser les fichiers,
- Ajout : ajouter un fichier au dossier,
- Modification : modifier les fichiers du dossier (renommer, déplacer),
- Suppression : supprimer un fichier du dossier,
- Téléchargement : télécharger une copie locale d'un fichier sur son ordinateur.

La liste des utilisateurs et de leurs droits sur la plateforme collaborative sera soumise à la validation de la maîtrise d'ouvrage. La modification des droits d'un utilisateur et l'ajout d'un utilisateur seront soumis à la validation de la maîtrise d'ouvrage.

5.3.3.2.5 Réversibilité et destruction des fichiers

Conformément à l'article 18 du CCAP, le titulaire procède, en fin d'exécution du marché, à la destruction de l'ensemble des documents stockés sur la plateforme collaborative, sauf demande contraire de la maîtrise d'ouvrage et remet à la maîtrise d'ouvrage une attestation de destruction desdits fichiers. L'ensemble des documents de la plateforme collaborative seront remis à la maîtrise d'ouvrage avant destruction.

5.3.3.3 Gestion des documents et plans (y compris comptes-rendus, avis et maquettes numériques)

5.3.3.3.1 Organisation arborescente des documents du projet, par lot et phase

L'ensemble des documents et plans (y compris compte-rendu et avis) seront codifiés et organisés selon la codification à mettre en place pour l'ensemble des documents et plans détaillée à l'article 1 de l'annexe 01 du CCAP.

5.3.3.3.2 Tri des documents du projet

Au sein de chaque dossier, les documents doivent pouvoir être triés par date, par type de fichier, par nom et par lot.

5.3.3.3.3 Visionnage

La plateforme doit pouvoir permettre un visionnage 3D des maquettes BIM : maquette des bâtiments et compilée avec édition des propriétés des objets, des informations liés aux projets : niveaux, altimétries, etc.

5.3.3.3.4 Annotations (annotations, remarques, suivis)

La plateforme collaborative doit permettre de gérer les annotations, remarques et suivi sous format BCF ou BCF2.

5.3.3.3.5 Gestion des versions

La plateforme collaborative doit permettre d'assurer le suivi de la version des documents.

5.3.3.3.6 Migration

L'ensemble des données, historiques et rapports doit pouvoir être exportable sans perte d'information vers une autre plateforme collaborative.

5.3.3.4 Contrôle et Traçabilité

5.3.3.4.1 Contrôle et validation

La date et l'heure de dépôt des rendus BIM devra être certifiée et disponible sur la plateforme collaborative.

La traçabilité de l'ensemble des documents et échanges sur le projet est assurée grâce à la plateforme qui constitue la seule source d'information numérique valide pour le projet.

Tous les intervenants devront impérativement s'y référer pour consulter un document, et y déposer et partager l'intégralité des documents qu'ils produisent. L'obligation de dépôt des documents d'étude et de suivi du projet sur la plateforme est contractuelle, notamment :

- Le maître d'œuvre ne pourra pas délivrer de VISA si les documents correspondants n'ont pas été, au préalable, déposés sur la plateforme,
- Le maître d'ouvrage ne donnera aucun accord si les documents support de la demande qui lui est faite ne sont pas disponibles sur la plateforme au préalable,
- Les DOE devront obligatoirement être déposés sur la plateforme.

5.3.3.4.2 Archivage numérique des documents

L'ensemble des documents, y compris les plans avec des indices inférieurs et leurs historiques, notes et visas, sont enregistrés, consultables et exportables à tout moment par la maîtrise d'ouvrage.

5.3.3.4.3 Historique des dépôts et des interventions

L'ensemble des connexions, téléchargements, modifications, créations et suppressions de dossiers et de fichiers sont enregistrés, consultables et exportables à tout moment par la maîtrise d'ouvrage.

5.3.3.5 Sauvegarde

L'ensemble des données en lignes seront sauvegardées quotidiennement sur un serveur backup permettant une restauration de l'ensemble des données de la veille.

5.3.3.6 Gestion de la correspondance

Si le maître d'ouvrage ou un autre utilisateur doit être informé du dépôt d'un fichier ou d'un dossier sur la plateforme collaborative, le dépôt seul ne vaut pas information.

Le titulaire est responsable des maquettes numériques jusqu'à la livraison de celles-ci au maître d'ouvrage.

5.3.4 Déroulement de la prestation

5.3.4.1 Installation

Compte tenu de l'importance de disposer d'une plateforme de travail collaboratif autour de la maquette dès le démarrage des études de conception, la présentation et la validation de la plateforme collaborative proposée par le titulaire devront se faire dans le cadre de la mission M0, dans les conditions décrites à l'article 2.2. du CCAP. Les fonctionnalités liées à l'émission et au suivi des VISA pourront être ajoutées ultérieurement dans les conditions décrites à l'article 14.9 du CCAP.

L'installation technique sera réalisée dans un délai de cinq jours ouvrables à compter de la validation de la plateforme proposée.

5.3.4.2 Formations

Les formations aux utilisateurs (sur une demi-journée maximum) seront réalisées dans un délai de quinze jours ouvrables à compter de la validation de la plateforme, sauf impossibilité constatée ne dépendant pas du prestataire assurant la mise à disposition de la plateforme. Les utilisateurs devant participer à une formation seront désignés par le maître d'ouvrage et prévenus par l'administrateur de la plateforme. Une seconde session de formations aux utilisateurs aura lieu au démarrage des études d'exécution pour présenter l'ensemble des fonctions principales et processus spécifiques de suivi des VISA, validées au préalable par le maître d'ouvrage.

Un guide d'utilisation sera remis aux participants à ces formations.

5.3.4.3 Mise à disposition

La plateforme sera maintenue en service pendant la totalité de la durée de l'opération, et ce jusqu'à la réception et validation par le maître d'ouvrage des DOE et DOE numériques finalisés.

Durant toute la durée du service, les utilisateurs pourront contacter un service support par mail ou téléphone aux heures de bureau, pour toute assistance à l'utilisation.

Les demandes au support ne devront pas conduire à modifier les paramétrages définis par l'administrateur de la plateforme qui reste le seul autorisé pour cela.

5.3.4.4 Restitution des données

A l'issue de la validation des DOE, le service sera maintenu pendant une durée de deux mois calendaires afin de permettre au maître d'ouvrage de récupérer une copie de sauvegarde de ses données.

La plateforme pourra être transférée au maître d'ouvrage à sa demande, dans le cadre d'une prestation spécifique non intégrée à l'offre.

La phase de restitution des données est organisée à la fin de la validation des DOE, ou en cas d'arrêt de l'opération à la demande du maître d'ouvrage.

Une fois engagée la phase de restitution des données, l'administrateur sera le seul autorisé à accéder à la plateforme. Les données seront restituées sous la forme d'un accès à un espace de téléchargement.

L'intégralité des documents, dossiers et données devront être restituées :

- Liste des utilisateurs,
- Dossiers et documents validés (dont le Dossier DOE),
- Liste des documents et des dossiers dans leur dernière version validée,
- Anciennes versions des documents,

- Tableaux de suivi des VISAS et des livrables,
- Documents non encore validés dans les outils de suivi des VISAS et des livrables le cas échéant,
- AVIS et autres pièces jointes intégrés dans les processus de validation.

6 Profondeur de la maquette BIM

6.1 Niveaux de collaboration

Le niveau de collaboration BIM, ou niveau de maturité BIM, permet de définir comment est organisé le processus collaboratif BIM au sein d'un projet.

Voici une définition succincte du niveau de maturité selon le Plan BIM 2022 :

« Le BIM a plusieurs niveaux, appelés encore niveaux de maturité. Ces niveaux sont des étapes vers le BIM collaboratif.

Le BIM niveau 1 est une maquette BIM isolée.

Le niveau 2 permet le BIM collaboratif : chaque acteur produit sa maquette numérique utilisant un processus commun défini en amont afin que chacun puisse utiliser les données de chacun.

Le BIM niveau 3 ou iBIM est un modèle unique stocké sur un serveur centralisé, qui peut être synchronisé en temps réel et qui est accessible par tous les partenaires et durant toute la durée de vie d'un ouvrage. »

C'est au BIM niveau 2 que commence le processus de travail collaboratif. La collaboration dépend de la façon dont l'information est échangée entre les différentes parties – et représente l'aspect central et essentiel de ce niveau. Les Informations du projet sont partagées sous un format de fichier commun, ce qui permet à tous les acteurs d'être en mesure de combiner ces données avec leurs propres données afin de réaliser un modèle BIM fédéré et central, et d'effectuer des requêtes sur cette maquette. Par conséquent, tout logiciel de CAO / BIM utilisé par chacune des parties doit être capable d'exporter vers l'un des formats de fichiers courants tels que le format IFC (Industry Foundation Classes) ou COBie (Construction Building Information Exchange).

L'objectif à atteindre au niveau de la collaboration sur les projets menés par l'APIJ est la mise en place du **BIM niveau 2 à minima**, afin de répondre aux objectifs présentés au chapitre 2 du présent cahier des charges.

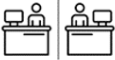







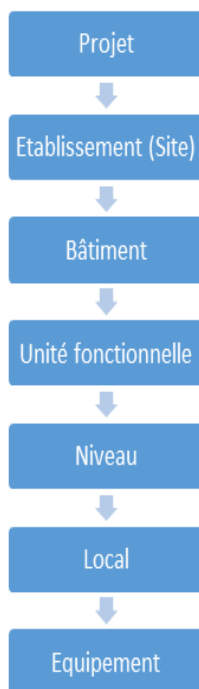
NIVEAU 0 Dessin 2D		NIVEAU 1 2D voir 3D		NIVEAU 2 Maquette numérique (MN)		NIVEAU 3 Maquette numérique (MN)	
Degré 1	Degré 2	Degré 1	Degré 2	Degré 1	Degré 2	Degré 1	Degré 2
							
Plan papier	Plan DAO	Plan DAO 2D	3D isolé (Souvent archi seulement)	Echange de MN dans une seule direction	Echange bidirectionnel non intégrée	Partage MN sur serveur local ou distant ingénierie intégrée	Plateforme CLOUD : Product Lifecycle Management
Travail isolé				Travail collaboratif			

Illustration de différents niveaux de collaboration BIM

6.2 La hiérarchie des objets BIM

La hiérarchie des objets BIM se décline de la manière suivante :



Chacun des éléments décrit possède une classe IFC correspondante :

Elément topographique	Classe IFC
Etablissement (Site)	ifcSite
Bâtiment	ifcBuilding
Unité fonctionnelle	ifcSpatialZone
Niveau	ifcBuildingStorey
Local	ifcSpace
Equipement	Chaque élément possède sa classe IFC en fonction de son type (ex : ifcCurtainWall, ifcElectricMotorType, ifcFurnishingElement, ifcCableCarrierSegmentType...)

Dans cette arborescence, chaque bâtiment du site est décomposé en niveaux. Un Bâtiment et Unité fonctionnelle peuvent parfois être identiques.

Un **niveau** constitue la subdivision spatiale intermédiaire, comprenant les espaces et les composants physiques (éléments verticaux et surfaces horizontales). Par convention, un niveau contient la dalle du plancher bas de l'étage considéré et les murs intérieurs sont découpés par niveau.

Les **objets sont** identifiés et nommés individuellement, dont les propriétés sont sujettes aux actions de gestion, telles que l'inspection, la maintenance, l'entretien et le remplacement, pendant la durée d'exploitation.

Les **espaces** représentent les volumes contenant les activités, y compris les espaces non-occupés ou non-habitable, mais pas nécessairement les vides sanitaires inaccessibles.

6.3 Niveaux de développement

Le tableau de développement annexé au présent cahier des charges BIM précise le niveau de détails et le niveau d'informations du contenu des maquettes numériques attendu pour chaque livrable BIM à chaque phase.

Ce guide sera mis à jour en fonction de l'évolution du projet, et complété notamment dans le cas d'utilisation des données des fournisseurs industriels. Les niveaux d'information, les niveaux de détail ou de positionnement peuvent être supérieurs aux préconisations du présent protocole. Les éléments allant au-delà des préconisations ne seront pas forcément pris en compte dans les vérifications.

Le niveau de développement (**LODs**) se décompose en deux notions :

- Niveau de détails (**LOD**)
- Niveau d'informations (**LOI**)

Le **LODs**, Level Of Development's = **LOD** (Level of Detail) + **LOI** (Level of Information), c'est-à-dire :

- LOD désigne le niveau de précision géométrique de chaque objet BIM,
- LOI désigne le niveau de précision des paramètres, lien de chaque objet BIM.

CAHIER DES CHARGES BIM

LEVEL OF DEVELOPEMENT = LODs LODs = LOD + LOI							
LOD	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400	LOD 500	LOD 600
Exemple 01							
Exemple 02							
GEOMETRIE	2D	3D	3D	3D	3D	3D	3D
DETAILS	CONCEPT	ENVELOPPE	ENVELOPPE++ TYPE	ENVELOPPE++ TYPE INTERFACE SYSTEME	REALISTIC/CHOICE TYPE	AS BUILT TYPE	AS BUILT
LOI	LOI 100	LOI 200	LOI 300	LOI 350	LOI 400	LOI 500	LOI 600
DESIGN	DESIGN CONCEPT	DESIGN DEVELOPEMENT	DETAIL DESIGN	DETAIL DESIGN	CONSTRUCTION	RECEPTION	AMENAGEMENT
PARAMETRES		DIMENSIONS MATERIAUX	DIMENSIONS MATERIAUX CARACTERISTIQUES	DIMENSIONS MATERIAUX CARACTERISTIQUES INTERFACE SYSTEME	DIMENSIONS MATERIAUX CARACTERISTIQUES INTERFACE SYSTEME AUTRES PARAMETRES	DIMENSIONS MATERIAUX CARACTERISTIQUES INTERFACE SYSTEME MISE A JOUR PARAMETRE	DIMENSIONS MATERIAUX CARACTERISTIQUES INTERFACE SYSTEME NETTOYAGE PARAMETRES PARAMETRE MAINTENANCE
LIEN					DOC TECHNIQUE	DOC TECHNIQUE	DOC TECHNIQUE

6.3.1 Niveaux de détail

Le niveau de détail (**LOD**) précise la qualité géométrique et la quantité d'information géométrique dans chaque objet BIM pour chaque objet BIM à chaque livrable du projet.

Définition des 5 niveaux de détail : **LOD (Level Of Detail)**

- **LOD 200** : Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière générique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations des éléments peuvent être approximatives.
- **LOD 300** : Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments.
- **LOD 400** : Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments. Les éléments interagissent avec les autres éléments et avec sur le détail, la fabrication, l'assemblage et l'installation sont contenues dans les éléments.
- **LOD 500** : idem LOD 400 mais tel que construit et vérifié sur place.
- **LOD 600** : A partir de ce niveau de détail on peut associer aux nomenclatures les éléments liés à la maintenance de l'ouvrage (niveau ND6) : durée de vie des appareils, type de maintenance, etc...

6.3.2 Niveaux d'informations

Le niveau d'information (**LOI**) représente l'information non métrique, mais plutôt le type et la quantité d'information alphanumérique contenus dans chaque objet BIM. Le niveau d'information attendu à minima est précisé pour chaque objet pour chaque livrable du projet dans le tableau de développement.

Selon la phase considérée et la nature des livrables, la modélisation des informations de la construction se décline en deux grandes catégories :

- Pendant la **phase de conception/réalisation**, les informations doivent permettre de gérer le projet de façon optimale et de prendre des décisions (modèles, plans et autres livrables graphiques pour l'appréciation architecturale du projet ; rapports d'études pour l'appréciation des performances du bâtiment ; suivis des plannings ; suivis budgétaires, etc.). Les informations relatives aux différentes étapes de conception et de construction sont regroupées et structurées dans un « modèle d'information du projet » (i.e. *Projet Information Model* « PIM ») ;
- Pendant la **phase d'exploitation**, les informations doivent permettre de gérer le bâtiment. La définition de ces exigences est amorcée en début de projet car une partie des informations devra être livrée au cours du projet (ex. nomenclatures des espaces, description des espaces, données techniques des équipements, informations concernant les garanties, gammes de maintenance, etc...). Les informations de la phase d'exploitation sont organisées, capitalisées et mises à jour dans le « modèle d'information de l'actif » (i.e. *Asset Information Model* « AIM »).

Les besoins en termes d'informations sont assez différents entre les phases de projet et les phases d'exploitation. Les informations géométriques en phase d'exploitation sont beaucoup moins importantes qu'en phase de conception-réalisation.

En revanche d'autres informations complémentaires sur les processus opérationnels sont essentielles, au même titre que les interactions avec les autres bases de données et outils du système d'information du maître d'ouvrage.

7 Préconisations techniques liées à la modélisation BIM

7.1 Préambule

Parmi les prérequis nécessaires pour une utilisation optimale de la maquette, il est notamment nécessaire de respecter les points suivants :

- Une codification commune à tous les intervenants de la maquette et des intitulés clairement définis pour éviter les confusions et les doublons.
- Une corrélation dans les intitulés et la numérotation des articles dans les différentes pièces du dossier (CCTP, DPGF, maquette...). Des intitulés différents ouvrent la porte à une interprétation des prestations et constituent une perte de temps dans la recherche d'une correspondance.
- Une maquette aboutie sur laquelle les incohérences ont été corrigées, les doublons supprimés et les différents éléments rigoureusement dessinés (surface des pièces fermées, éléments rattachés entre eux.
- Des objets créés pour une corrélation avec les articles décrits dans les différentes pièces :

- Pour les lots techniques, il est important de respecter une logique de système. Par exemple, préciser pour les conduits à quelle CTA ils sont rattachés. Distinguer les réseaux en fonction de la décomposition (ne pas mutualiser les gaines d'extraction et les gaines de soufflage sur la maquette s'ils font l'objet de deux postes distincts dans la décomposition),
- Pour les lots architecturaux, chaque pièce doit avoir une dénomination à laquelle sont associées les prestations.

En conclusion, l'objectif est de produire une maquette rigoureusement renseignée qui s'associe facilement aux différentes pièces du dossier afin de permettre une extraction de nomenclatures de quantités fiable et complète. D'où l'importance d'une désignation unique pour tous et pour l'ensemble des éléments constitutifs du dossier. En d'autres termes, la dichotomie utilisée pour décomposer le coût d'un bâtiment doit être strictement suivie dans la maquette.

7.2 Décomposition de la maquette numérique

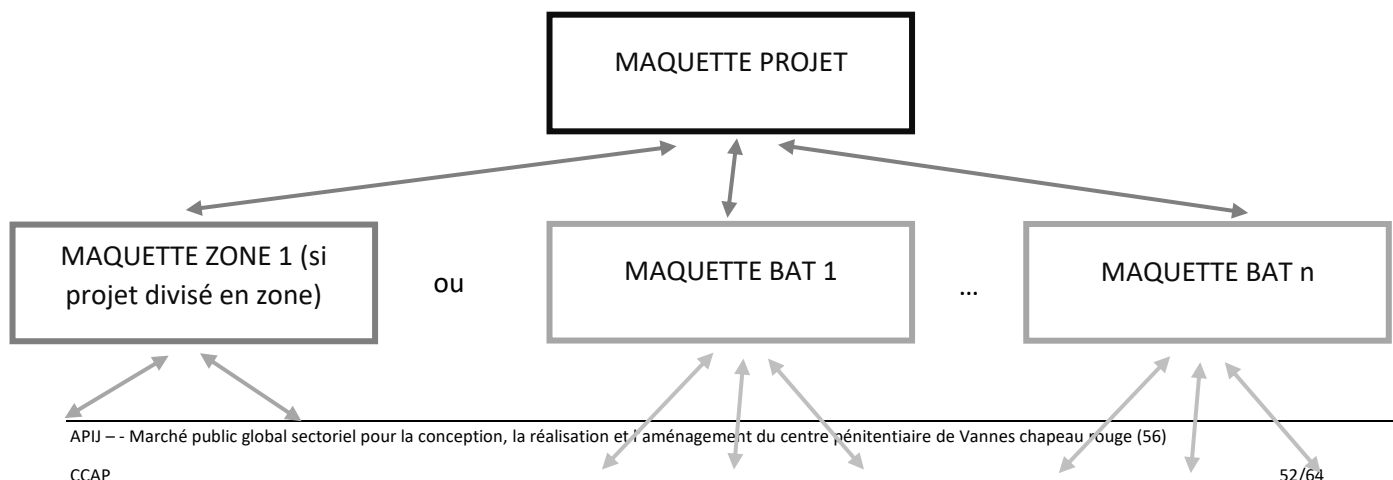
Le projet sera découpé en bâtiment et/ou zone fonctionnelle. Le découpage et la dénomination des zones sont à arrêter à l'issue de la mission M0.

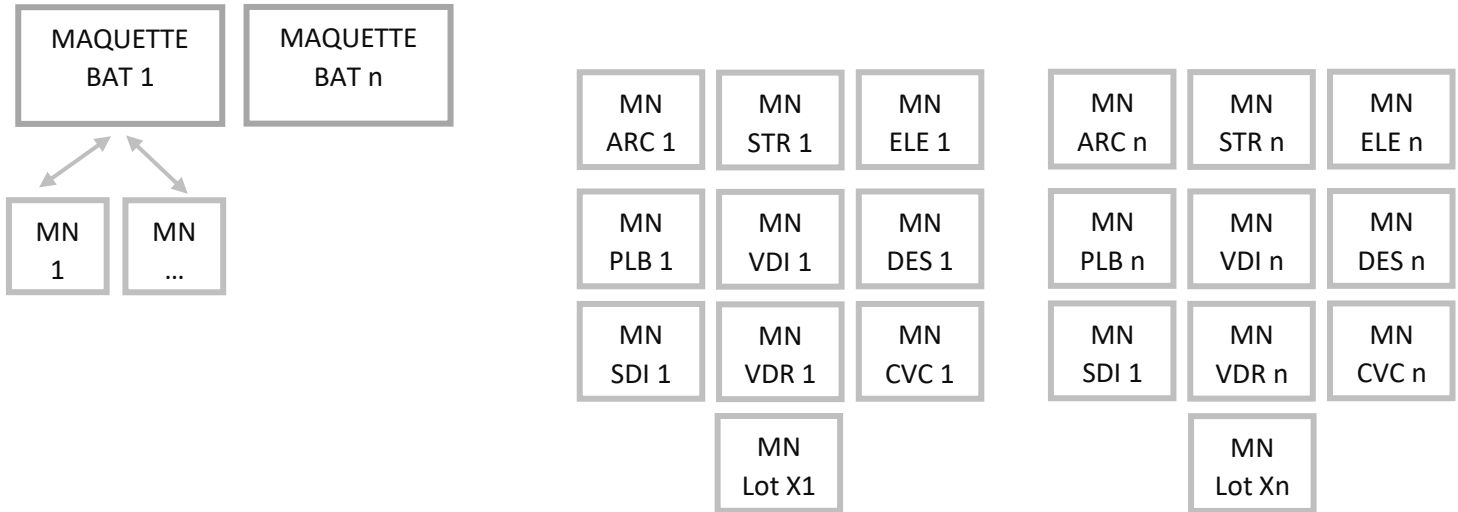
Par la suite le BIM sera décomposé en différents modèles / maquettes BIM par discipline.

- Un modèle Site : Site
- Un modèle Voiries et Réseaux Divers : VRD
- Un modèle architectural : ARC
- Un modèle structure : STR
- Un modèle électricité : ELEC
- Un modèle plomberie : PLB
- Un modèle Chauffage Ventilation Climatisation : CVC
- Un modèle Voix, Données, Images : VDI
- Un modèle éléments actifs de sûreté : SUR
- Un modèle Système de Détection Incendie : SDI
- Un modèle Désenfumage : DES

Cependant une adaptation pourra être effectuée en fonction de la spécificité de chaque projet.

Cette décomposition devra être validée dans le cadre de la convention BIM.





7.3 Type de projets possibles

Selon le type de projet, il peut être envisagé :

- Un projet neuf, dans ce cas l'ensemble des maquettes seront réalisées par la Maitrise d'œuvre et décomposées comme proposées auparavant.
- Une réhabilitation, et dans ce cas une maquette existante sera nécessaire, cf. paragraphe ci-après.
- Un projet d'infrastructure, VRD, dans ce cas il est prévu la modélisation des réseaux existants & projets, et la modélisation du site et des aménagements.

Il est demandé à la Maitrise d'œuvre de travailler dans un environnement BIM et de s'assurer de la bonne interopérabilité des logiciels entre eux et de fournir au maître d'ouvrage les fichiers natifs, les maquettes décomposées et une maquette compilée, au format natif et IFC du projet en lien avec les autres maquettes, afin de s'assurer du bon géoréférencement des différentes maquettes.

7.4 Réhabilitation, la maquette existante du bâtiment actuel

Dans le cadre d'une réhabilitation, la maquette du bâtiment existant prévoit :

- Les éléments structurels primaires :
 - Les éléments de structures existants en maçonnerie, béton et charpente : poteaux, poutres, voiles/ murs existants, maçonneries selon les épaisseurs précisées sur plans, escaliers
 - Les planchers modélisés en volumétrie, sans détail du complexe le composant, mais avec les éléments de structure (poutres métalliques les supportant)
- La modélisation consiste aux éléments architecturaux primaires volumétrique :
 - La définition des pièces : nom, surface, destination
 - Les cloisons légères : épaisseur volumétrique
 - Les Faux-plafonds en plaque (altimétrie à confirmer)
 - Les niveaux finis architecte correspondant
 - Les menuiseries intérieures : portes, fenêtres, etc.
 - Mobiliers sanitaires,

- La modélisation des éléments primaires des lots techniques / organes clés conservés : dans le cadre de la modélisation existante et selon les données d'entrées, le modèle existant pourra intégrer :
 - Les réseaux primaires
 - Les équipements clés
- Non inclus :
 - Les éléments de décoration architecturaux dit éléments secondaires ne sont pas prévus dans la modélisation : boiseries, corniches, niches, etc.
 - Le calepinage du carrelage (= modélisation volumétrique)
 - Les suspentes des faux plafonds
 - Le détail de composition des cloisons des planchers (= modélisation en multicouches).
 - Les finitions, le mobilier
 - Les zones paysagères

La modélisation de l'existant se fera sur la base des plans DOE et si besoin de quelques relevés scannes en site occupé. La Maitrise d'œuvre devra compléter la maquette de l'existant pour les zones localisées non relevées ou pour des compléments nécessaires à la finalisation de la maquette BIM. On considère qu'il est acceptable d'affiner la maquette existante pour un nombre d'objets < 15% par rapport aux éléments modélisés.

Note : s'il y avait de gros écarts ou des zones importantes à remodeliser (>15%), la Maitrise d'œuvre devra alerter la Maitrise d'Ouvrage pour qu'elle puisse remettre à jour le modèle existant. Dans le cadre d'un marché spécifique.

Il sera demandé à la Maitrise d'œuvre sous 20 jours de valider la maquette existante telle que fournie.

7.5 Géoréférencement

Tous les points composant la maquette sont localisés en XYZ :

- XY sont géo référencées dans un système RGF93.

- Z (altitude) référence d'altitude NGF-IGN78. Une précision adéquate doit être définie en fonction de la qualité des moyens de mesures et de traitements GPS.

Pour chaque bâtiment, le **point de référence** du géo référencement dans les maquettes correspondant aux différents corps de métiers doit être spécifié **après l'assemblage des différentes maquettes**, afin de garantir leur cohérence globale.

L'ensemble des maquettes sera géoréférencé de façon à permettre la collaboration. Les caractéristiques du système de référence géographique et planimétrique, selon la maquette de référence, qui doit servir de base au projet, sont les suivantes :

Cordonnées	Point de base	Point topographique
X	XXX	XXX
Y	XXX	XXX
Z	XXX	XXX
Angle (par rapport au nord géographique)	XXX	XXX

7.6 Unités fonctionnelles

Le titulaire devra intégrer la distribution spatiale correspondante à l'ensemble des unités fonctionnelles dans les maquettes numériques, au sein des ifcSpatialZone. Pour rappel, la liste des unités fonctionnelles qui sont donc à modéliser dans la maquette numérique est précisée dans le tableau des surfaces.

Les unités fonctionnelles et codes associés sont également rappelées au sein de l'onglet « ZONE FONCTIONNELLE » de l'annexe « Méthodologie RDD Topographie et Equipements ISIS » du présent cahier des charges.

7.7 Locaux et espaces extérieurs

Les espaces intérieurs (locaux) devront être représentés par des IfcSpace. La modélisation des locaux doit permettre de calculer la surface utile, le périmètre et le volume des locaux du projet, et devra aussi contenir les informations de base de données (« base quantités » ou « quantités de base »).

Les espaces extérieurs devront être représentés par des IfcSpace. Notamment, les espaces extérieurs présents dans la liste suivante doivent être modélisés. Leur hauteur doit correspondre à celle des équipements qui y sont intégrés ou à la hauteur d'usage de chaque espace.

- Zone hors enceinte
 - o Zones de stationnement
 - o Parking personnel
 - o Parking visiteurs
 - o Accueil des familles
 - o Espace détente
 - o Aires de livraison
 - o Circulations extérieures
- Zone en enceinte hors détention
 - o Chemin de ronde
 - o Glacis
 - o Zone neutre
 - o Cour d'honneur
 - o Cour du greffe
 - o Cour de service
 - o Circulations extérieures
- Zone en enceinte en détention
 - o Cours UVF
 - o Cours de promenade
 - o Cours QI/QD
 - o Terrains de sport
 - o Réserve foncière
 - o Circulations extérieures
 - o Autres espaces extérieurs accessibles aux détenus
 - o Autres espaces extérieurs inaccessibles aux détenus
 - o Zones interstitielles

Les équipements seront localisés au sein de l'espace intérieur ou extérieur correspondant modélisé par son « IfcSpace » (selon le tableau de développement).

7.8 L'export IFC

Les exports au format IFC demandés pour la diffusion des maquettes sont transmis au format IFC 2x3.

Les réglages de l'export IFC doivent correspondre aux spécifications précisées du tableau de développement des objets.

7.9 Nettoyage des fichiers avant envoi

L'utilisation du travail collaboratif est possible ainsi que les liens Revit ou AutoCAD. Toutefois, à chaque transmission sur la plateforme d'échange, les maquettes doivent être partagées.

Dans le cas d'un dépôt de e transmet sur la plateforme, les maquettes seront purgées et détachées du fichier central en conservant les sous projets.

Toutes les vues de travail temporaires doivent être supprimées ou classées dans un dossier de travail, afin de simplifier l'exploitation des données.

7.10 Extraction, Tableaux (quantités et valeurs significatives)

Dans chaque maquette numérique, il est demandé une extraction à minima des quantités des différents objets BIM modélisés avec leurs principaux paramètres afin d'en vérifier la conformité aux exigences du programme : dénomination, code, type, dimensions, caractéristiques techniques. Une nomenclature sera créée et extraite ensuite sous format Excel à chaque livraison de maquette.

Les exigences programmatiques correspondantes concernées seront renseignées dans les tableaux de vérification afin de pouvoir réaliser une analyse comparative systématisée, l'élément commun de référence étant le code espace/local générique correspondant au programme (renseigné au sein du tableau de surfaces et de la fiche espace). Les exigences programmatiques ne sont pas à saisir au sein de la maquette numérique. Les paramètres qui seront notamment à qualifier, quantifier et extraire dans les tableaux de vérification de la conformité programme /projet sont les suivants.

- **Dès le stade Offre/APS**, il est essentiel de déterminer la Surface Utile Nette (SUN) qui est l'ensemble des surfaces utiles fonctionnelles, hors locaux techniques et circulations ;
- **A partir du stade APD**, les surfaces à distinguer sont :
 - La Surface De Plancher (SDP)
 - La Surface Utile nette (SUN)
 - La Surface Utile Brute (SUB)
 - La Hauteur Utile (hauteur libre sous plafond)

Les extractions attendues au format EXCEL pour ces phases sont :

- Les tableaux des pièces, surfaces et hauteurs projet / programme
- Le tableau des paramètres principaux des fiches espaces, et notamment :
 - Charges d'exploitation (daN/m²)
 - Apport de lumière naturelle (= présence d'une MEXT) et Type de Vitrage

- Présence de Barreaudage (O/N) et Type de barreaudage
- Présence d'un dispositif d'occultation/protection solaire (O/N)
- Type de Commande d'éclairage (locale, sur détection, déportée)
- Attentes Eau (O/N, EF, EC, EM)
- Présence d'un siphon au sol (O/N)
- Prises et points d'accès : type et quantité (PAA, PAB, PAC, PCn, PCo, RJ45)
- Détection volumétrique (O/N)
- Détection ouverture (porte ou fenêtre) du local (O/N)
- Alarme coup de poing (O/N)
- Le tableau des MEXT et notamment :
 - Type de Vitrages
 - Barreaudages : Présence (O/N) et Type (N1/N2)
 - Caillebotis : Présence (O/N)
- Le tableau des portes
- Le tableau des mobiliers
- **A partir du stade PRO**, l'ensemble des livrables listés précédemment ainsi que :
 - Le fichier RDD Topographie renseigné
 - Le fichier RDD Equipements renseigné
- **En préparation des OPR, 2 à 3 mois avant le démarrage de ces derniers et dans le cadre de la phase DOE**, il sera remis une version à jour de l'ensemble des tableaux d'extraction précédemment listés.

Dans le cadre de la préparation à l'exploitation-maintenance de l'ouvrage, il est important de pouvoir distinguer les surfaces en fonction de leur type d'usage, de risques et besoins d'entretien et de maintenance. Il est par exemple nécessaire de connaître les surfaces à nettoyer, les locaux à risque, etc.

7.11 Liens avec les fiches espaces

Il est demandé de mettre en liens les fiches espaces avec les pièces dans la maquette via des liens URL.

7.12 Liens avec les fiches techniques

Il est demandé de mettre en liens les fiches techniques avec les équipements correspondants dans la maquette via des liens URL.

8 Nomenclatures et Classifications

8.1 Codification des maquettes du projet

La codification des maquettes numériques et des documents associés est définie au sein de la charte définie à l'article 1.2.1 de l'annexe 01 au CCAP. Cette codification doit être cohérente avec le cartouche et la codification utilisés pour l'ensemble des documents. A titre indicatif, un canevas du type suivant peut être envisagé :

- XXX : nombre de caractères (trigramme).

- Les champs seront séparés par le caractère « _ » (touche 8).
- La codification sera écrite en majuscules.

ÉMETTEUR	CODE PROJET	ID BÂTIMENT	PHASE	LOT
XXX	XXX	X	XXX	XXX

Emetteur :

Un trigramme unique est attribué à chaque émetteur de maquettes.

Code projet :

Chaque projet aura un trigramme unique pour identifier le projet.

Identifiant du bâtiment :

Un identifiant unique est attribué à chaque bâtiment d'un site. C'est un identifiant pérenne indépendant de l'usage du bâtiment. Il sera dans l'idéal identique à celui défini dans le cadre du zoning spatial et fonctionnel de la maquette.

Phase :

- Pour les livrables : PRE/ADM/APD /PRO/EXE /DOE
- Pour les maquettes utilisées en réunion : WIP

Lots :

Un identifiant unique est attribué à chaque lot.

8.2 Nommage des objets BIM

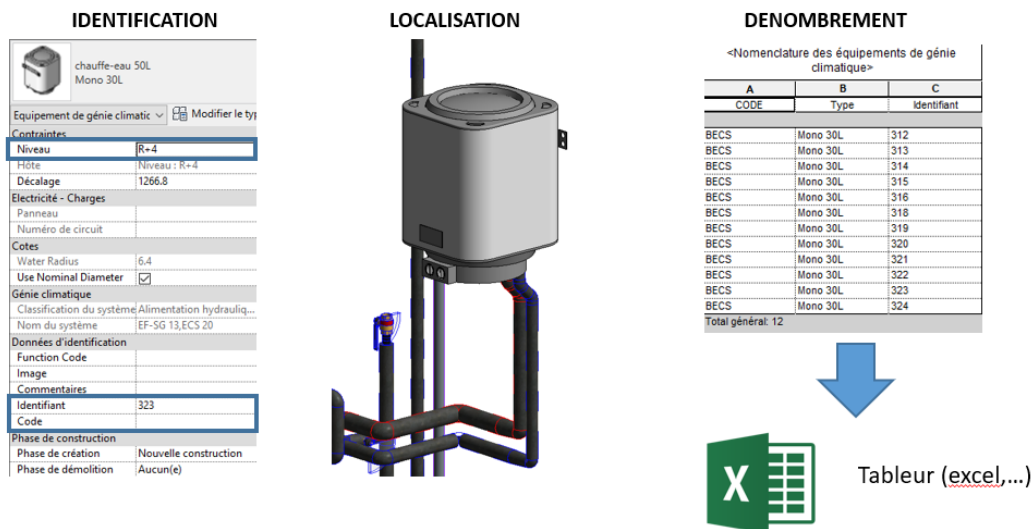
Pour permettre d'utiliser une maquette numérique pour la gestion et l'exploitation-maintenance du patrimoine, une codification spécifique des éléments modélisés c'est-à-dire les objets BIM est mise en place afin de permettre leur exploitation et donc l'extraction des données géométriques et des données d'entrées (paramètres) au sein des logiciels de gestion de l'exploitation-maintenance des établissements (ISIS) et de la détention (GENESIS). En effet, les modèles BIM devant pouvoir être exploités par tous les futurs utilisateurs, ils doivent permettre d'identifier, localiser et dénombrer l'ensemble des objets BIM modélisés, et ce en vue de la gestion du patrimoine, maintenance de l'ouvrage.

Pour les équipements, les codes ISIS correspondant à chaque type d'équipement sont renseignés dans une colonne dédiée du tableau de développement. Les libellés d'équipements du tableau de développement sont sensiblement les mêmes que ceux d'ISIS, à quelques exceptions près.

Les familles et services auxquels sont rattachés ces équipements dans le cadre des marches de gestion déléguée sont données à titre indicatif dans des colonnes dédiées du tableau de développement.

CAHIER DES CHARGES BIM

Pour les locaux et espaces, les CODE ISIS correspondant à chaque type de local ou espace sont renseignés dans une colonne dédiée du tableau des fiches espaces, ainsi que dans l'onglet « CODE ESP+FONC+LOCAL » de l'annexe « Méthodologie RDD Topographie et Equipements ISIS ».



On prévoit une codification « CODE_ISIS », pour l'ensemble des objets BIM modélisés, respectant à minima les principes ci-dessous :

- Noms des objets en « MAJUSCULES »
- Sans « espace », sans « accent », et ce pour éviter tout doublon de familles
- Le séparateur « _ » est le tiret « underscore » (tiret du 8)
- Pas de caractères spéciaux

Le principe de codification est :

EMETTEUR	_	LOT	_	TYPE	_	CODE_DAP	_	DIM
----------	---	-----	---	------	---	----------	---	-----

EMETTEUR	Trigramme de l'émetteur concerné par le lot
LOT	Trigramme du lot STR : structure CVC : Ventilation PLB : Plomberie ELEC: Electricité
TYPE	Indique le type de l'objet par 3 chiffres : - 001 (type 1) - 010 (type 10) ...
CODE_ISIS	Indique le sous-système concerné en 4 lettres maximum : - BRUL pour Brûleur (chaudière) - BRLV pour Barrière Lavante - ...
DIM	Dimension de l'élément : Exemple : 40x20 cm

	Si cela est nécessaire
--	------------------------

Pour les nomenclatures et le repérage des équipements de sûreté passive et active spécifique aux établissements pénitentiaires sur plans (supports des réunions thématiques associant l'administration pénitentiaire), il est demandé de respecter les principes de nomenclatures décrits au sein de l'onglet « Nomenclatures Sûreté » du tableau de développement.

8.3 Les éléments topographiques : RDD Topographie

Le titulaire mettra en place pour l'ensemble des livrables BIM une codification permettant d'identifier chaque élément topographique (établissement, bâtiment, unités fonctionnelles, étages, locaux, espaces extérieurs) de manière unique. La codification devra être identique dans toutes les maquettes numériques. Il est précisé que les numéros d'incrément locaux devront être cohérents avec la signalétique qui sera arrêtée avec les utilisateurs (notamment les numéros de cellules).

Cette codification sera utilisée en exploitation-maintenance et sera compatible avec le système d'information ISIS (Interface de Signalement, d'Information et de Suivi des services aux établissements) utilisé par la direction pénitentiaire et lui permettant de suivre et piloter les services d'exploitation-maintenance dans le cadre des marchés de gestion déléguée.

Les bases pérennes de cette codification seront définies lors de réunions spécifiques avec l'administration pénitentiaire dans le cadre des missions M0 et M1, sur la base des propositions et livrables de la mission M0.

Le fichier RDD topographie attendu au format XLS en phase PRO puis au stade du DOE contient la liste des éléments topographiques de l'établissement, ainsi que pour chacun de ces éléments diverses informations nécessaires à leur suivi sous ISIS.

Le format du tableau d'extraction ainsi que la méthodologie de renseignement des informations attendues sont présentés et détaillés au sein de l'annexe « Méthodologie RDD Topographie ISIS ».

Ces informations sont également reprises comme données d'identification des locaux et espaces au sein de l'onglet « tableau des pièces » du tableau de développement.

8.4 Les équipements : RDD Equipements

Le fichier RDD Equipements attendu au format XLS en phase PRO puis au stade du DOE contient la liste des équipements de l'établissement, ainsi que l'ensemble des informations décrites dans l'onglet « RDD Equipements_Guide » de l'annexe « Méthodologie RDD Topographie et Equipements ISIS ».

Le format du tableau d'extraction ainsi que la méthodologie de renseignement des informations attendues sont présentés et détaillés au sein de cette annexe.

9 Les droits de propriété intellectuelle

Droits de propriété – gestion des droits patrimoniaux

L'ensemble des entreprises attributaires des marchés de travaux et, d'une manière générale, de tous ceux qui sont appelés à intervenir à l'élaboration de la maquette numérique, conviennent de céder leurs droits protégés par les dispositions des articles L.111-1 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle

Ces droits sont attachés tant à chacune des données et livrables (notamment ceux transférés sur la plateforme d'échange, et rappelés à l'article 5.3.4.4. Restitution des données du présent CCBIM) qu'à la maquette numérique en elle-même constituée pour les besoins du projet. Ces droits sont strictement limités à ce projet. Il est à ce titre convenu que la rémunération fixée dans chacun des contrats intègrera la contrepartie de la cession de tous les droits patrimoniaux dont le titulaire est propriétaire au profit du Maître d'ouvrage, de manière exclusive. Les droits sont cédés à compter de la date de notification du marché et pour toute la durée de protection légale des droits d'auteur.

Si toutefois le Constructeur, intervenant, producteur, contributeur ou utilisateur souhaite réaliser une présentation intégrant des maquettes dans le cadre de nos projets, à une entité externe à la MOA (*autre que la MOA*), alors le Constructeur, intervenant, producteur, contributeur ou utilisateur s'engage à effectuer une demande au préalable pour accord.

10 Sécurité des données

Chaque Constructeur, intervenant, producteur, contributeur ou utilisateur reconnaît, dans le cadre d'une obligation de résultat, que l'ensemble des Eléments Protégés sont et doivent rester strictement confidentiels, dans l'intérêt du projet et à des fins de sécurité.

Chaque Constructeur, intervenant, producteur, contributeur ou utilisateur s'engage :

- À respecter la plus grande discrétion et confidentialité quant à l'intégralité des Eléments Protégés de toute nature auxquels il a eu ou aura accès ;
- À ne pas reproduire, utiliser ou favoriser une utilisation des Eléments Protégés d'une façon susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à l'exploitation de ceux-ci ;
- Sauf accord écrit et préalable du BIM Manager, à ne pas diffuser directement ou indirectement à des « intervenants extérieurs hors BIM », par exemple des perspectivistes ou graphistes, sous quelque forme que ce soit les Eléments Protégés auxquels il a eu ou aura accès. Notamment aucune maquette, aucune information ou donnée ne doivent être diffusées ou communiquées par les Constructeurs, intervenants, producteurs, contributeurs ou utilisateurs. Toute transmission à des « intervenants extérieurs hors BIM » ne pourra intervenir que par l'intermédiaire du BIM Manager qui se chargera de la transmission des informations nécessaires. Les intervenants extérieurs hors BIM doivent être informés de la présente charte ;
- À répercuter ces strictes obligations de confidentialité sur ses salariés, collaborateurs, préposés, par toute personne physique ou morale et par tout tiers qui interviendrait au titre du processus BIM et à leur faire signer un engagement de confidentialité au moins équivalent à celui figurant à la présente clause ;
- À ne divulguer de manière interne les Eléments Protégés qu'aux seuls membres de leur personnel ayant à en connaître le contenu afin qu'ils ne soient utilisés par ces derniers que dans le but d'exécution de leurs prestations ;

- L'utilisation des Eléments Protégés par les Constructeurs, utilisateurs, producteurs, contributeurs et intervenants est strictement limitée au projet et aux fins de réalisation de leurs apports ou contributions respectives. Ils s'engagent à faire usage des modèles BIM et des Eléments Protégés dans le respect du projet et à ne pas étendre leur utilisation dans le cadre d'autres projets.

11 Glossaire et abréviations

BIM	Building Information Model/Modeling/Management
DOE	Dossier des Ouvrages Exécutés
IFC	Industry Foundation Classes
FLJ	Facteur Lumière Jour
RIEP	Régie Industrielle des Etablissements Pénitentiaires

Les maquettes numériques. Les maquettes numériques sont des ensembles de modèles en trois dimensions orientés objet qui respectent une classification spécifique pour bâtiment. Dans le cadre de projets de construction sous une démarche BIM, les maquettes numériques respectent la classification des classes de l'IFC.

Les documents associés. Les documents associés sont les documents qui peuvent être générés de façon automatique à partir du contenu de la maquette numérique, et notamment, sans être exhaustif, les plans de niveau, élévations, coupes, vues 3D, et les nomenclatures d'objets, ou manuellement à partir de la maquette numérique comme les plans de détail. Ils doivent donc être produits en suivant un processus qui garantit la cohérence entre ces documents et la maquette numérique dont ils sont issus.

Les documents liés. Les documents sont liés à la maquette numérique ou à un de ses éléments. Par exemple, une fiche produit sera liée à un objet représentant un type d'équipement, une note présentant les résultats d'une simulation thermique dynamique sera liée globalement à la maquette numérique.

Les niveaux de développement. Les niveaux de développement sont les différents descriptifs du contenu des maquettes numériques. Ils sont explicités à travers un tableau de niveau de développement. Les niveaux de développement contiennent trois types de niveaux : le niveau d'information, le niveau de détail et le niveau de positionnement.

Les niveaux de collaboration. Les niveaux de collaboration sont les différentes modalités de partage et collaboration au sein d'une démarche BIM. Les niveaux de collaboration sont décrits à travers trois niveaux : le modèle isolé, le modèle fédéré et le modèle intégré.

Modèle fédéré ou BIM Niveau 2. Chacun produit une maquette numérique 3D indépendamment (architecte, structure, fluides et économiste). Les modèles évoluent de concert et sont échangés en utilisant un format de fichier IFC. Cet échange va permettre de combiner tous les modèles en un seul modèle unique ou fédéré. C'est avec ce modèle unique que seront effectuées les détections de conflits.

Open BIM

Il s'agit d'une approche open-source pour la conception, la réalisation et l'exploitation en collaboration de bâtiments, basée sur des normes et des flux de travail ouverts. Open BIM s'appuie sur les structures standardisées des données, des inventaires et des règles d'échanges, telles que les normes ISO 16739, ISO 12006-3 et ISO 29481-1.

BIM MANAGEMENT

Le BIM Management vise à l'organisation des méthodes et processus permettant notamment l'établissement et le suivi de la maquette numérique. Il sera en charge de piloter l'élaboration de la convention BIM. Selon la nature du BIM Management, notamment sa contractualisation de mission auprès du donneur d'ordre, la convention BIM sera élaborée, rédigée et mise à jour en coordination et accord avec l'ensemble des parties intervenantes concernées.

Charte BIM

La charte BIM est un document générique élaboré par le maître d'ouvrage traduisant sa politique en objectifs de qualité et de performances attendues. Elle recense notamment les exigences et les objectifs à satisfaire pour que le processus BIM des opérations puisse alimenter le processus exploitation maintenance BIM de son patrimoine.

Convention BIM

Document décrivant les méthodes organisationnelles et de représentation graphique d'un projet spécifique ainsi que les processus, les modèles et les utilisations. Elle définit le niveau de détail et de renseignement souhaité de la maquette pour chaque étape du projet.

La Convention BIM est élaborée par le BIM Manager à n'importe quelle étape du cycle de vie de l'ouvrage, mais idéalement le plus tôt possible. Elle est soumise à chacun des parties lors du démarrage du projet BIM, de préférence au début de phase. La convention BIM est un document contractuel.

Protocole BIM

Document complémentaire à la Convention BIM. Il regroupe un ensemble de règles et de procédures à respecter, qui définissent les axes principaux du processus BIM au sein de chaque entité. Il s'agit d'un avenant aux conditions générales (définies dans la charte et la convention) permettant de rajouter des droits et obligations supplémentaires pour le maître d'ouvrage et les parties contractantes afin de faciliter le travail collaboratif, tout en préservant les droits de propriété intellectuelle et en différenciant les responsabilités entre les parties impliquées.

Le protocole BIM peut servir de socle pour l'élaboration d'une Convention BIM.

IFC

Acronyme de Industry Foundation Classes. Il s'agit d'un langage orienté « objet » utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels. Ce format de fichier est ouvert. Depuis mars 2013, les IFC sont labellisés ISO 16 739. Les IFC ont pour but d'assurer l'interopérabilité des logiciels métiers BIM.

Interopérabilité

L'interopérabilité est la capacité d'échanger par la présence d'un standard neutre et ouvert des données entre les différents « modèles » **sans dépendre d'un acteur ou d'un outil en particulier.**

LOD : Niveau de détail

Description des granularités de la représentation géométrique des maquettes numériques qui seront attendues aux différents stades de projet et d'exploitation.

LOI : Niveau d'information

Description de la granularité des données et propriétés, principalement non géométriques, incluses pour un objet dans le modèle aux différents stades de projet et d'exploitation.

Objectifs BIM

Les objectifs BIM sont des traductions des objectifs généraux du projet ou peuvent être issus d'un donneur d'ordres, dans une Charte BIM, un Cahier des Charges BIM, etc.

La liste d'objectifs BIM peut être complétée par certaines entités intervenantes dans le projet.

Usages BIM

C'est une explicitation du processus intégrant des pratiques BIM, c'est-à-dire la description d'un processus concret, tel qu'il sera mis en œuvre sur un projet pour atteindre les objectifs. Cela permet de décrire factuellement les utilisations voulus des maquettes numériques, de déterminer les moyens et outils pour la collaboration des différents acteurs dans un environnement commun de données. En d'autres termes, les usages BIM sont la réponse opérationnelle aux objectifs BIM, qui permettent de dimensionner la mise en œuvre du BIM sur un projet.

BIM EXE

Il s'agit de la maquette BIM contenant les informations pour les phases de projet, conception et réalisation. Cette maquette pourrait être appelée : « Modèle d'information du projet » (ou *Project Information Model* « PIM »).

BIM GEM

Il s'agit de la maquette BIM contenant les informations pour les phases post-construction : Gestion-Exploitation-Maintenance. Cette maquette pourrait être appelée : « Modèle d'information de l'actif » (ou *Asset Information Model* « AIM »).

Sources principales :

PTNB / GUIDE DE RECOMMANDATIONS À LA MAÎTRISE D'OUVRAGE

MEDIACONSTRUCT / GUIDE METHODOLOGIQUE POUR LES CONVENTIONS DE PROJET EN BIM