

## Livrable

# Recommandations de mise en place du BIM pour les infrastructures

## Auteurs/Organismes

Cara BENISSAN (ECARTIP)  
Pierre BENNING (Bouygues Travaux Publics)  
Vincent COUSIN (Processus et Innovations)  
Sylvain GUILLOTEAU (VINCI Autoroute)  
Yannick LUZIK (INGEROP)  
Jean-François PAGE (Bouygues Construction)  
Michel RIVES (VIANOVA France)

## Mise en perspective des pratiques (Thème I)

MINnD\_TH01\_UC00\_01\_Recommandations\_BIM\_Infra\_024\_2019  
Août 2019

# Sommaire

<b>1. RÉSUMÉ/ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>2. PRÉAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. PORTÉE DES RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>5</b>
3.1. Démarche BIM d'un projet d'infrastructures.....	5
3.2. Référence à la norme ISO 19650 .....	10
3.3. Articulation des recommandations .....	10
3.4. Avertissement sur la cohérence de la décomposition contractuelle .....	11
<b>4. OBJECTIFS MÉTIERS ET USAGES DU BIM .....</b>	<b>12</b>
4.1. Contexte du projet.....	12
4.2. Objectifs métiers BIM .....	13
4.3. Prise en compte de la propriété intellectuelle .....	15
<b>5. ORGANISATION ET PROCESSUS.....</b>	<b>16</b>
5.1. Présentation .....	16
5.2. Numérique : nouvelle approche, nouveaux concepts .....	16
5.3. Organisation .....	21
5.4. Adaptation des processus.....	25
5.5. Processus numérique de base .....	31
<b>6. STRUCTURATION DES DONNÉES, OUTILS, CONTENU DES ÉCHANGES .....</b>	<b>35</b>
6.1. Introduction.....	35
6.2. Décomposition du projet.....	35
6.3. Niveaux de développement.....	44
6.4. Outils de collaboration .....	46
<b>7. ANNEXES .....</b>	<b>55</b>
7.1. Annexe 01 : état de l'art des normes existantes ou à venir.....	55
7.2. Annexe 02 : exemple de décomposition organique .....	58

## I. RESUME/ABSTRACT

<p><b>Résumé</b></p> <p><b>Transformations liées au BIM</b></p> <p><b>Objet du présent livrable</b></p> <p><b>Personnes concernées par le présent livrable</b></p> <p><b>Documents complémentaires</b></p>	<p>L'usage du BIM est incontournable. Son application induit des transformations majeures d'organisations humaines, juridiques et technologiques. Ces transformations s'appliquent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aux projets.</li> <li>• Aux organisations parties prenantes.</li> </ul> <p>L'objectif de ces recommandations de mise en place du BIM pour les infrastructures est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'assister les parties prenantes dans la démarche BIM, dans le cadre d'un projet d'infrastructure.</li> <li>• D'apporter des informations techniques de manière vulgarisée.</li> </ul> <p>Ces recommandations s'adressent à toutes les personnes ayant une connaissance incomplète des concepts du BIM.</p> <p>Ces recommandations étendent la portée de documents existants, notamment le <i>Guide méthodologique pour l'élaboration d'une convention BIM de conception et d'une convention BIM de réalisation (guide Convention BIM V2)</i> de BuildingSmart France — Mediaconstruct, paru fin 2018.</p> <p>De plus, le <i>Guide d'application du BIM</i> est publié par MINnD simultanément à ces recommandations. Ce guide pratique aide à la rédaction des documents nécessaires à la mise en œuvre d'une démarche BIM sur un projet.</p>
<p><b>Abstract</b></p> <p><b>Transformations linked to the BIM</b></p> <p><b>Aim of the present deliverable</b></p> <p><b>Target audience</b></p> <p><b>Additional documents</b></p>	<p>The use of BIM becomes unavoidable and induces major transformations of human, legal and technological organizations. These transformations impact :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projects.</li> <li>• Stakeholders.</li> </ul> <p>The aim of these Recommendations for BIM implementation for infrastructure is :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To assist project stakeholders in the implementation of a BIM approach as part of an infrastructure project.</li> <li>• To provide technical information and background in a vulgarized way.</li> </ul> <p>These recommendations concern all those who have incomplete knowledge of BIM concepts.</p> <p>They extend the scope of existing documents, particularly the <i>Guide méthodologique pour l'élaboration d'une convention BIM de conception et d'une convention BIM de réalisation (guide Convention BIM V2)</i> of buildingSmart France – Mediaconstruct published late 2018.</p> <p>The '<i>BIM Application Guide</i>' was published by MINnD simultaneously with these recommendations. This complementary practical guide help writing the documents needed to implement a BIM approach on a project.</p>

## 2. PREAMBULE

### Glossaire des mots du BIM

Le Glossaire réalisé par les équipes de MINnD Th4 et buildingSMART France est accessible sur le site Internet [www.minnd.fr](http://www.minnd.fr) dans l'onglet « publications ».

### Significations de BIM

#### Définitions des trois significations

BIM est un acronyme d'origine anglo-saxonne, il possède plusieurs significations :

- Building Information Model.
- Building Information Modelling.
- Building Information Management.

Ces expressions sont définies ci-dessous.

#### Building Information Model

Modèle de données décrivant un projet, parfois aussi appelé « maquette numérique ».

#### Building Information Modelling

Processus de création, de collecte et d'utilisation des données d'un modèle de données de projet. Méthode de travail basée sur la collaboration autour d'une maquette numérique.

Dans un processus BIM, chaque acteur de la construction crée, renseigne et utilise cette maquette. Il en tire les informations dont il a besoin pour son métier. En retour, il alimente la base de données de nouvelles informations pour aboutir à un objet virtuel renseigné. Ce dernier est la représentation nominale de la construction, de ses caractéristiques géométriques et de ses propriétés de comportement.

#### Building Information Management

Mode d'organisation de projet nécessaire à la mise en œuvre du processus, permettant l'établissement et le suivi :

- De la maquette numérique.
- De la base de données associée.

L'organisme responsable du BIM management pilote l'élaboration de la convention BIM.

### Autre définition du BIM

Le BIM désigne donc aussi la transition d'une pratique utilisant de nombreux documents numériques agrégés dans des outils de gestion documentaire, vers une pratique collaborative. Cette dernière intègre l'information et les livrables dans des modèles numériques multidisciplinaires :

- Ayant valeur de base de données en BIM niveau 2 - ou stade 2.
- Dans un environnement commun de données BIM niveau 3 - ou stade 3.

### Évolution des pratiques

Le schéma ci-dessous illustre l'évolution des pratiques depuis la mise en place de la CAO/DAO vers des phases avancées du BIM.

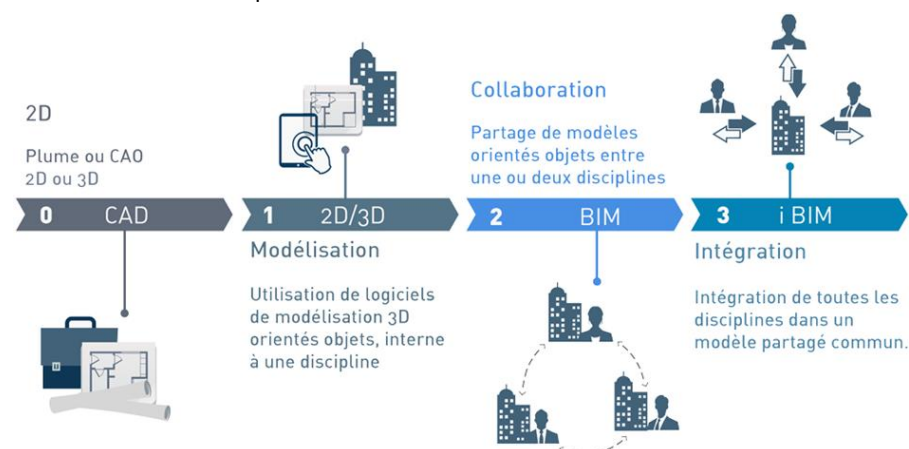


Figure 1 : évolution des pratiques

### Difficulté d'obtenir une définition satisfaisante

Cet environnement de travail concerne tous les acteurs du secteur de la construction. Il est donc délicat de formuler une définition satisfaisante pour tous, selon leurs attentes spécifiques.

**Objectifs du BIM**

Les principaux objectifs du BIM sont :

- Structurer les informations résultant du processus complet de conception tout au long du cycle de vie.
- Créer des représentations ou modèles structurés en objets paramétrés et intelligents. Exemple : des graphiques 3D.
- Associer aux objets des informations selon les règles propres à chaque métier.
- Collaborer à l'aide de ces modèles :
  - Soit dans un modèle unique.
  - Soit par l'échange d'un ou plusieurs fichiers dans un format interopérable.
- Livrer cet ensemble pour constituer un référentiel de données commun et partagé.
- Faire vivre ce référentiel sur tout le cycle de vie de l'ouvrage jusqu'à l'exploitation voire la déconstruction.

Nécessité de mettre en place des ressources, méthodes et processus

Pour atteindre ces objectifs et gérer dans le temps ces informations, il est nécessaire de mettre en place les ressources, méthodes et processus adéquats.

## 3. PORTEE DES RECOMMANDATIONS

### 3.1. Démarche BIM d'un projet d'infrastructures

<b>Adoption d'une stratégie BIM</b>	<p>Tout projet de construction commence par sa programmation lancée par un maître d'ouvrage. Un maître d'ouvrage doit donc adopter une stratégie BIM sur la durée et pour toute une série d'ouvrages. Il est en mesure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De capitaliser ses expériences ses connaissances en matière de BIM.</li> <li>• D'améliorer la gestion de ses ouvrages pendant tout leur cycle de vie.</li> </ul>
<b>Ouvrages concernés</b>	<p>Les ouvrages concernés par la stratégie BIM sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La charte BIM.</li> <li>• La convention BIM du projet - conception.</li> <li>• Le cahier des charges BIM du projet.</li> <li>• Le plan de mise en œuvre du BIM.</li> </ul>

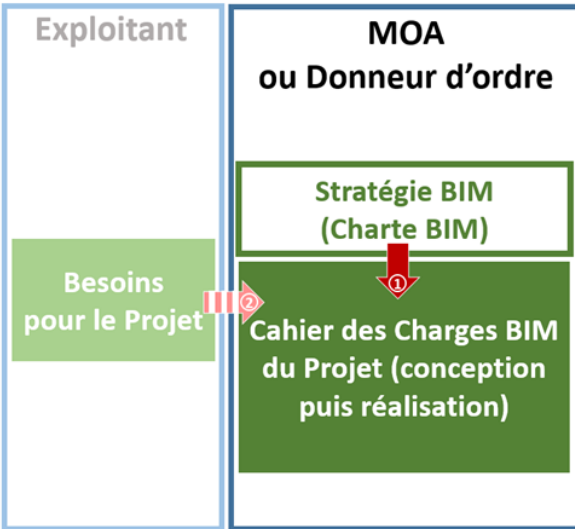
Charte BIM	
<p>L'adoption de la stratégie globale BIM se traduit par la création d'un document stratégique appelé charte BIM. Ce document public précise à tous les intervenants susceptibles de travailler pour le maître d'ouvrage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ses ambitions.</li> <li>• Ses attentes.</li> <li>• Son plan de déploiement.</li> </ul>	
<p>Ce document est informatif vis-à-vis des tiers et n'est pas contractuel.</p>	
<p>Dans ce cadre générique posé dès le début de la programmation d'une opération, le maître d'ouvrage définit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ses objectifs métiers</li> <li>• Ses usages BIM spécifiques.</li> </ul>	
<p>C'est-à-dire ses « besoins numériques » à satisfaire pour cette opération, compte tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De sa stratégie.</li> <li>• Des particularités de l'opération.</li> <li>• Des besoins de l'exploitant de l'ouvrage.</li> <li>• De ses compétences.</li> <li>• Des compétences des fournisseurs potentiels.</li> </ul>	
<p>Ces besoins sont exprimés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soit en direct par ses propres équipes.</li> <li>• Soit en contractant un assistant à maître d'ouvrage.</li> </ul>	
<p>La charte BIM est élaborée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par les équipes du maître d'ouvrage.</li> <li>• Avec ou sans assistance externe.</li> </ul>	

**MOA  
ou Donneur d'ordre**

**Stratégie BIM  
(Charte BIM)**

**Figure 2 : schéma de mise en œuvre du BIM – charte BIM**

### 3.1 Démarche BIM d'un projet d'infrastructures

<b>Cahier des charges BIM du projet</b>	
<p>Le cahier des charges BIM du projet <sup>1</sup> détermine les cas d'usage de la maquette numérique. Il préfigure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'organisation.</li> <li>• Les processus.</li> <li>• Les formats de données.</li> <li>• L'environnement Commun de Données (ou Common Data Environment – CDE).</li> </ul>	
<p>Ce document contractuel complète les documents habituels. Il a un rôle similaire à celui d'un CCTG (Cahier des Clauses Techniques Générales) couvrant spécifiquement la « dimension numérique » du contrat.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Figure 3 : schéma de mise en œuvre du BIM - cahier des charges</b></p>	
<p>Le maître d'ouvrage s'interroge sur le périmètre d'utilisation du BIM :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par ses soins.</li> <li>• Par l'exploitant auquel il livre l'ouvrage.</li> <li>• Par ses intervenants.</li> </ul>	
<p>La liaison avec les besoins de l'exploitant n'a pas de caractère contractuel, mais est à prendre en compte. En effet, l'exploitant n'est pas connu au moment de la programmation. Cependant, ses besoins doivent être pris en considération pour répondre aux défis de transformation numérique des opérations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'exploitation.</li> <li>• De maintenance.</li> <li>• De déconstruction des ouvrages.</li> </ul>	
<p>Les clauses traitant des aspects juridiques et légaux sont plutôt incorporées dans le CCAG ou son équivalent. Exemple, la propriété intellectuelle. Cela permet de réserver aux documents spécifiques BIM leurs caractères technique et opérationnel, en gardant à l'esprit que la démarche BIM est globale au projet.</p> <p>Dans le cadre d'un marché public, le maître d'ouvrage doit respecter les principes de la commande publique. Dont le respect du principe de neutralité des spécifications techniques.</p>	
<p>Le maître d'ouvrage public :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Droit donc viser des formats neutres et interopérables, tels que celui des IFC.</li> <li>• Ne doit pas imposer de formats natifs propriétaires et des logiciels spécifiques.</li> </ul>	
<p>Le format IFC ouvert est le seul à assurer une interopérabilité de long terme sur toute la durée durant laquelle une infrastructure est en service.</p>	
<p>Ce cahier des charges BIM du projet est amené à évoluer entre les phases de conception et de réalisation, comme précisé ci-après.</p>	
<p>Dans un projet utilisant une démarche BIM, il importe au maître d'ouvrage d'identifier clairement, éventuellement pour chaque phase du projet, les fonctions d'intégration des données et de coordination numérique assumées par le BIM manager. Il est recommandé de confier ces fonctions à un des acteurs reconnus de l'acte de construire, celui le mieux placé pour réaliser cette intégration, en veillant à ce qu'il ait les compétences requises dans les traitements numériques. Ce choix évite les inconvénients de voir un organisme uniquement spécialisé dans le numérique requalifié en acteur direct de l'acte de construire, alors même qu'il n'en aurait ni les compétences ni la couverture assurantielle.</p>	
<p>Dans son état initial, ce cahier des charges BIM du projet - conception, sert de CCTG numérique lors de la consultation de la maîtrise d'œuvre.</p>	

<sup>1</sup> Le cahier des charges peut s'entendre également comme un article du CCTP ou un fascicule technique spécifique.

### Convention BIM du projet — conception

Lors de sa réponse le maître d'œuvre élabore un projet de convention BIM du projet — conception. Il précise ses engagements BIM dans le cadre du projet, concernant :

- Les organisations.
- Les ressources.
- Les acteurs et leurs degrés d'implication dans le BIM.
- Les processus.
- La structuration des données.

Une fois le marché signé, le maître d'œuvre élabore une Convention BIM du Projet qui précise ses engagements précédents.

Si le maître d'ouvrage confie la tâche de surveiller et coordonner les travaux au maître d'œuvre. Celui-ci élabore une nouvelle version de la convention. Elle est donc qualifiée de Convention BIM du projet — réalisation.

Au titre de ses missions, le maître d'œuvre modifie et complète les documents contractuels et en particulier le cahier des charges BIM du projet. En effet, la Convention est un instrument contractuel entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre. Seul le cahier des charges BIM du projet peut servir de base à la consultation des entreprises. Il devient le document contractuel traitant du BIM pour tous les contrats de réalisation.

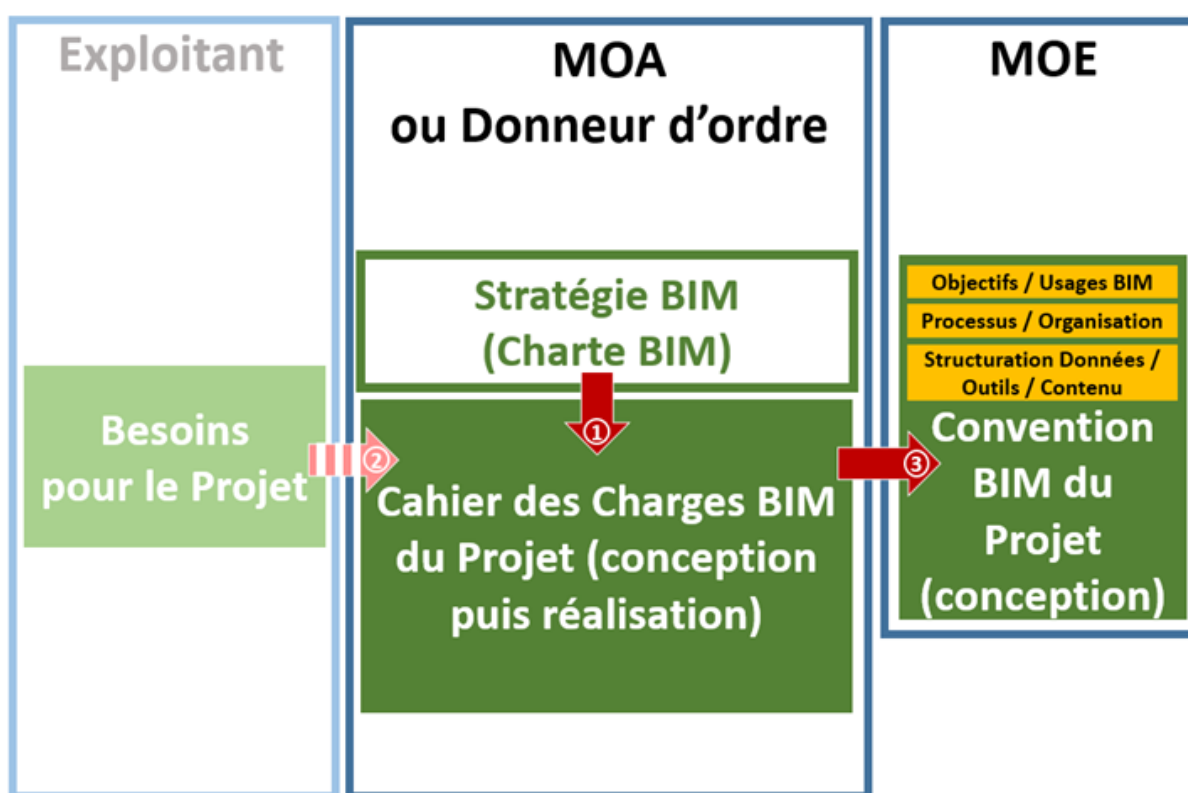


Figure 4 : schéma de mise en œuvre du BIM - convention (conception)



**Plan de mise en œuvre du BIM**

Le plan de mise en œuvre du BIM est la réponse détaillée des entreprises au cahier des charges BIM du projet. Cette réponse est :

- Élaborée dès la remise de leur offre.
- Détaillée éventuellement aux premiers jours de la mise en vigueur de leur contrat.

Ce plan décrit très précisément :

- La structuration des données.
- Les processus mis en place par chaque acteur pour partager et utiliser ces données dans le cadre de la construction du projet.

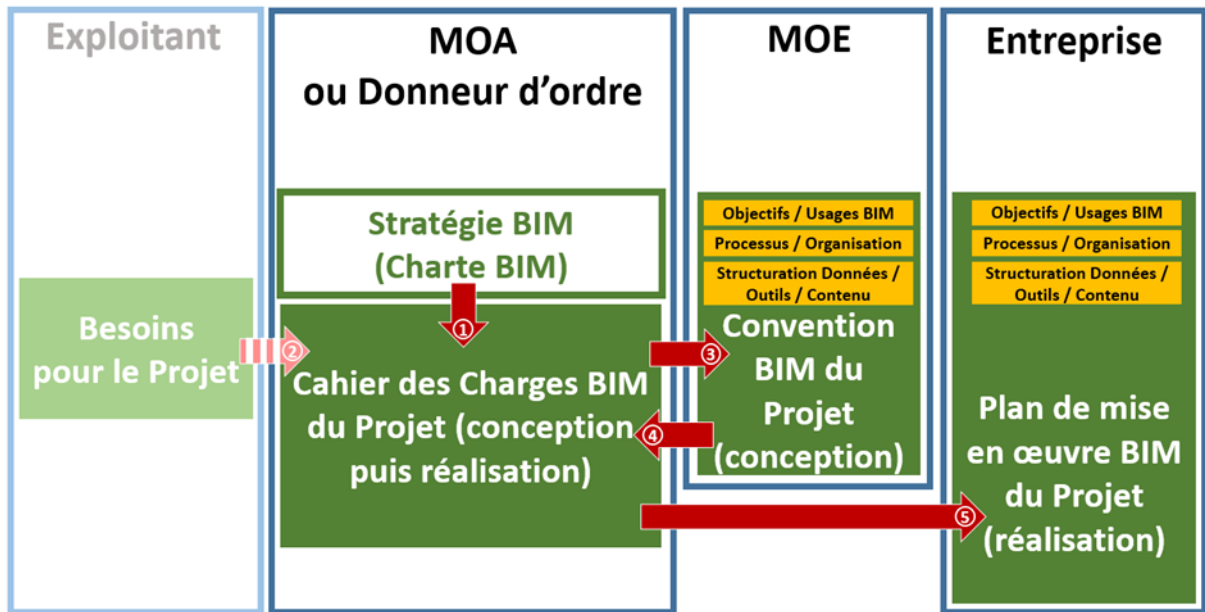


Figure 5 : schéma de mise en œuvre du BIM - plan de mise en œuvre du BIM

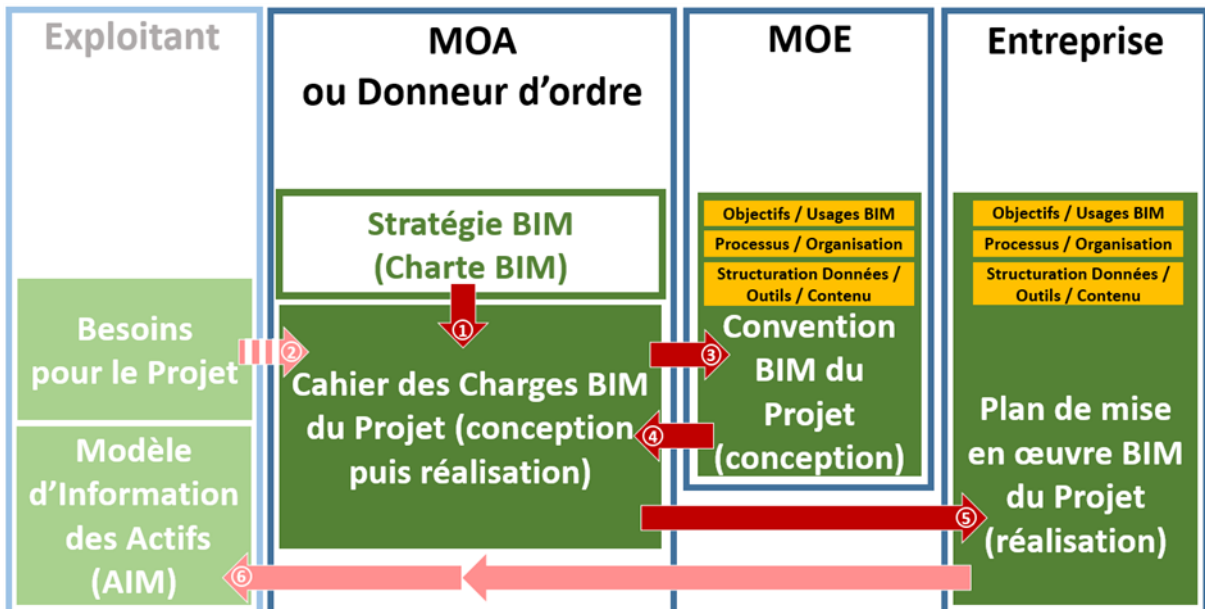


Figure 6 : schéma de mise en œuvre du BIM - plan de mise en œuvre du BIM

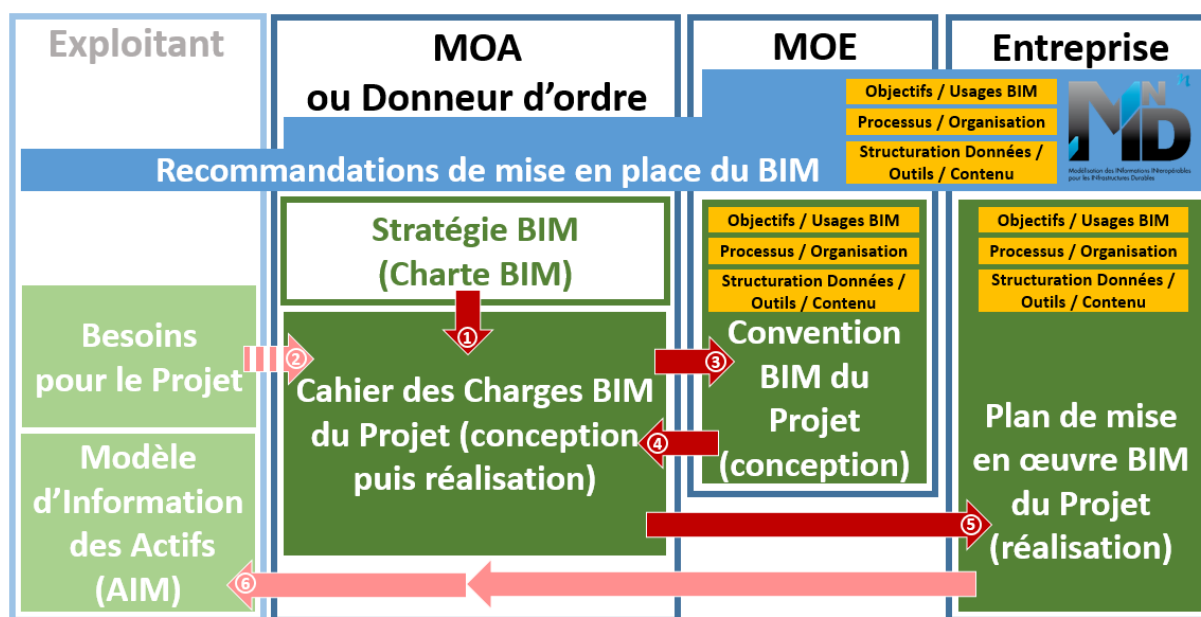
## 3.1 Démarche BIM d'un projet d'infrastructures | Adoption d'une stratégie BIM

**Récapitulatif**

Les documents stratégie, cahier des charges, convention, plan de mise en œuvre BIM :

- Traitent de la même structuration :
  - Objectifs et usages BIM.
  - Processus et organisations.
  - Structuration des données, outils et contenu.
- Avec des contenus adaptés.
- À des niveaux différents d'avancement du projet ou de l'implication des acteurs.

Le schéma ci-dessous illustre le plan de mise en œuvre du BIM.



**Note:** Les numéros correspondent à l'ordre séquentiel d'élaboration des documents

Figure 7 : schéma de mise en œuvre du BIM sur un projet

Remarque : le schéma ci-dessus est susceptible d'être adapté selon les organisations propres aux projets, notamment sur l'articulation cahier des charges \_ convention (s) \_ plan de mise en œuvre.

## 3.2. Référence à la norme ISO 19650

### Présentation et documents concernés

La norme ISO 19650 utilise le terme générique BEP ou « *BIM Execution Plan* » pour désigner les deux documents :

- Convention BIM du projet.
- Plan de mise en œuvre du projet.

Cette volonté de donner un nom différent à ces deux documents est liée :

- À la phase du projet considérée.
- Aux acteurs concernés.

### Traduction française

La traduction française de BIM Execution Plan est Convention BIM.

### Définitions des objectifs

#### ▼ Objectifs de la MOE

La MOE souhaite réaliser des objectifs pour améliorer la conception de l'ouvrage.

#### ▼ Objectifs de l'entreprise

L'entreprise souhaite réaliser des objectifs liés à la réalisation et au suivi de l'avancement des travaux.

#### ▼ Objectifs complémentaires

Ces objectifs sont souvent complémentaires, mais ne sont pas pilotés par les mêmes acteurs.

## 3.3. Articulation des recommandations

### Description du plan du présent document

Le plan adopté pour ce document s'articule autour des points suivants :

Point	Détail
L'exposé des objectifs adoptés par le projet en considération : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des capacités des technologies.</li> <li>• Des compétences des acteurs.</li> </ul>	Ces objectifs s'expriment de façon pragmatique en relation avec les usages mis en place. Ces derniers s'appuient sur les technologies numériques.
L'organisation des parties prenantes et les processus pour conduire la démarche BIM et le travail collaboratif au service du projet.	
Le détail de la structuration des données et les outils adoptés pour les gérer.	Les processus traditionnels sont fondés sur les connaissances implicites partagées par les intervenants de la construction rodée par plusieurs décennies de pratique. Leur numérisation suppose donc une structuration très explicite et normée. En effet, les échanges reposent sur des logiciels peu permissifs.

### 3.4. Avertissement sur la cohérence de la décomposition contractuelle

<b>Fonctionnement du BIM</b>	<p>Le BIM décrit les fonctions et les organes des besoins opérationnels des ouvrages à réaliser. La cohérence interne de ces niveaux opérationnels, fonctionnels et organiques garantit la performance attendue des ouvrages. La décomposition et la structuration du BIM facilitent cet objectif.</p>
<b>Objectifs supplémentaires</b>	<p>Cependant, le maître d'ouvrage structure les intervenants de conception et de réalisation avec des limites d'intervention pour répondre à des objectifs supplémentaires, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De mise en compétition.</li> <li>• De disponibilité de ressources de compétences.</li> <li>• De collaboration de long terme avec son propre écosystème.</li> </ul>
<b>Nouvelles interfaces à surveiller</b>	<p>Cette autre structuration risque de ne pas être idéale pour la garantie de performance, compte tenu de la création de nouvelles interfaces.</p> <p>Il est donc important de surveiller ces nouvelles interfaces dans tous les documents d'implémentation du BIM :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Management.      • Structure.      • Etc.</li> <li>• Organisation.      • Processus.</li> </ul>
<b>Cas du marché public</b>	<p>En marché public, cette organisation juridique est largement préformatée par les dispositions du code des marchés publics.</p>
<b>Cas du marché privé</b>	<p>En marché privé, la liberté contractuelle est plus grande. Elle adopte des organisations qui minimisent les interfaces contractuelles ou de répartition des risques.</p>
<b>Risques techniques de non-performance ou de non-qualité</b>	<p>Dans tous les cas, il est judicieux de réfléchir aux risques techniques de non-performance ou de non-qualité du projet. Ces derniers se trouvent souvent où les décompositions fonctionnelles sont rompues. Tous les risques subsistants font l'objet d'attentions particulières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lors de la conduite du projet.</li> <li>• Lors des revues de projets numériques ou non.</li> </ul>

## 4. OBJECTIFS METIERS ET USAGES DU BIM

### 4.1. Contexte du projet

#### Contenu du document de mise en œuvre du BIM

##### Description

Lors de la rédaction d'un document de mise en œuvre du BIM, il est recommandé de positionner les intervenants dans le contexte du projet. Ce projet décrit dans ses grandes lignes :

- Les masses financières dans une vision de coût global si possible.
- L'usage attendu de l'ouvrage.
- Les intervenants.
- Les parties prenantes (certains tiers pouvant être très influents).
- Le cadre contractuel.
- Le déroulement du projet.
- La phase (programmation, conception, APS, APD, PRO, EXE, etc.).
- Les jalons intermédiaires essentiels à la réalisation. En effet, ces jalons ont en particulier des conséquences fortes en termes de revues de projets et d'archivages, processus très largement impactés par la transformation numérique.

##### Information initiale et exigences opérationnelles

Dans les processus numériques, l'information véhiculée est le cœur des échanges et du processus de conception-réalisation, en particulier l'information initiale. Cette information exprime les besoins ou exigences opérationnelles :

- Des usagers.
- Des exploitants.
- Des maîtres d'ouvrage.

##### Attendus de la norme ISO 19650

L'information initiale est la fondation même du processus d'ingénierie initié, à partir de laquelle sont générées toutes les informations décrivant l'ouvrage. Ce sont les attendus sur lesquels insiste la norme ISO 19650. Savoir résumer et structurer l'information des exigences est un préalable à l'expression d'objectifs et usages BIM. Ces derniers sont au service des :

- Objectifs généraux du projet.
- De la performance attendue dans le respect des délais et des coûts.

## 4.2. Objectifs métiers BIM

<p><b>Définition des objectifs métiers et cycle de vie complet</b></p> <p>Relier les usages BIM aux objectifs métiers du projet</p> <p>Cas d'absence de cahier des charges BIM</p> <p>Cycle de vie complet</p>	<p>Pour obtenir le potentiel maximal d'une démarche BIM, il est important de préciser :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les objectifs métiers.</li> <li>• Les documents nécessaires à leur mise en œuvre.</li> <li>• Les cas d'usages associés.</li> </ul> <p>Les objectifs métiers et usages BIM sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définis par le cahier des charges BIM. Ce dernier est issu de la charte BIM du MOA ou donneur d'ordre.</li> <li>• Ajoutés par le maître d'œuvre pour réaliser ses missions,</li> <li>• Ajoutés par l'entreprise pour réaliser la construction des ouvrages.</li> </ul> <p>En cas d'absence de cahier des charges BIM, les parties prenantes de l'étape définissent leurs objectifs et cas d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans le périmètre de leurs missions ou marchés.</li> <li>• Au démarrage de chaque phase.</li> </ul> <p>Pour ne pas oublier de sujets, il est intéressant de parcourir le cycle de vie complet :</p>
--	---

Objectifs en phase de programmation	
Aide à la définition des besoins et à la concertation	
La maquette numérique permet de présenter des vues 3D ou des vidéos aux :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opérationnels du client final et des exploitants,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• acteurs de la construction,</li> <li>• tiers.</li> </ul>
Ces vues et vidéos facilitent la prise de décisions au vu des options proposées, ou permettent d'échanger pour trouver des solutions optimisées ou innovantes.	
La concertation avec le client, les élus, les riverains et les associations peut être facilitée au moyen de visualisations plus ou moins précises du projet ou du chantier, ainsi que l'insertion dans son contexte général.	
Il faut toutefois faire attention aux images exposées à titre indicatif, car elles pourraient être considérées comme des engagements fermes vis-à-vis des riverains ou des associations. Il faut donc être suffisamment précis sur l'existant pour rester crédibles, tout en restant « approchés » dans l'ouvrage et les méthodes devant être mises en œuvre, afin de conserver des marges de manœuvre et d'adaptation face à la réalité des travaux.	
Objectifs en phase de conception et ultérieurement	
Outil de dialogue avec les autres parties prenantes des études	
La maquette numérique partagée est un support d'aide à la décision, car elle permet de visualiser en 3D la totalité des données en cours d'élaboration, et permet de dialoguer avec l'ensemble des partenaires. Elle permet en particulier de mieux définir les interfaces et les analyses suivantes :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compréhension partagée du projet, par tous les acteurs.</li> <li>• Interface entre les différents corps de métiers.</li> <li>• Communication entre les différents intervenants.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyses multicritères.</li> <li>• Rendus commerciaux pour illustrer une offre.</li> </ul>
Gestion du projet	
Choix des options structurantes principales. Tracé et méthodes.	Recherches/propositions d'optimisations, de variantes, voire de combinaison de variantes.
Identification des aléas et risques du projet.	Conception et construction.
Contrôle du projet (respect du programme initial et de ses exigences) :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cohérence de la conception et satisfaction des exigences.</li> <li>• Vérification de la conception dans les diverses phases de construction et des ouvrages temporaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détection d'erreurs ou de conflits dans le projet Support d'aide à la décision en revue de projet.</li> <li>• Traçabilité des décisions et des études.</li> <li>• Préparation assistée du CCTP.</li> </ul>
Archivage des consultations réalisées et des retours à celles-ci.	
<b>Attention</b> , les phases de conception et de réalisation ne sont pas toujours entièrement séquentielles. Des développements sont encore en cours alors que la réalisation des travaux a commencé aux abords de la zone considérée. Deux maquettes en gestation à des stades de développement différents peuvent cohabiter (l'une en phase PRO et l'autre en Phase EXE). Il est primordial d'assurer la cohérence de ces deux maquettes à tout moment, afin d'éviter toute dérive.	
Suivi des fiches d'adaptation de travaux et des fiches de non-conformité.	

<b>Gestion des coûts et des délais (5D)/consultation/aide aux études de prix</b>	
Vérification des métrés et maîtrise des quantités.	
Évaluation des moyens, des ressources et des méthodes.	
Vérification des programmes et visualisation des phases du projet.	
Identification des exigences et performances attendues.	
Définition de spécifications techniques détaillées.	
Aide à la consultation à l'offre.	
<b>Production des plans/visas/visa de la maquette ou de la base de données</b>	
Utilisation de la maquette pour sécuriser les visas.	
Conformité des plans issus des maquettes à leurs fichiers BIM natifs.	
Conformités des autres documents vis-à-vis du BIM.	
Visa de structure des données.	
<b>Objectifs en phase de réalisation</b>	
<b>Gestion spatio-temporelle du projet/chantier (4D : simulation 3D + temps)</b>	
Les liens entre les objets 3D de la maquette et le planning d'exécution valident et montrent les séquences constructives pour :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dérouler les phasages du chantier : simulation des enchaînements principaux du chantier pour valider les méthodes et les phasages retenus, avec les délais associés. (Étude des phasages retenus et scénarios.)</li> <li>• Aider à la gestion du planning général du chantier, et à la gestion spécifique des sous-ouvrages.</li> <li>• Gérer les ouvrages temporaires (surcharges, déviations provisoires, phasage, accessibilité, zones de manœuvre et de stockage, etc.).</li> <li>• Valider les méthodes, la cohérence globale, la vérification du respect des échéances imposées.</li> <li>• Produire des plans de phasage.</li> <li>• Aider les méthodes travaux et hiérarchiser les actions.</li> </ul>	
<b>Communication avec les riverains, associations, élus, etc.</b>	
Gestion des interfaces.	
Présentation du traitement de portions sensibles du projet nécessitant une attention spécifique.	
<b>Alimentation du chantier digital</b>	
Envoi des consignes directement aux engins équipés.	
Suivi de l'avancement des travaux.	
<b>Objectifs à la livraison</b>	
<b>Préparation des documents à livrer lors de la livraison des ouvrages</b>	
Préparation de la maquette du « tel que construit » (niveaux de précision, de tolérance et de détail, etc.).	
Élaboration des documents DOE (dossier des ouvrages exécutés) et DIUO (dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage) : visa de la maquette et données DOE pour conformités aux attendus d'exploitations et de maintenance.	
Livraison de la maquette d'exploitation.	Structuration des données. Production d'un manuel d'exploitation de la maquette numérique.
Archivage.	
<b>Préparation des opérations</b>	
Préparation des opérations de commissionnement.	
Préparation des opérations de livraison.	
<b>Objectifs exploitation et maintenance</b>	
Conception du BIM comme outil support des processus métiers de l'exploitation et de la maintenance.	

**Remarque importante****Principaux objectifs métiers et usages du BIM****Proposition d'affectation des objectifs**

Aucun objectif métier n'est autoporteur. Satisfaire un objectif métier implique donc de se préoccuper des objectifs en amont. Ces derniers deviennent des prérequis.

Nous vous proposons de vous reporter au guide d'application du BIM. Ce dernier analyse en détail les objectifs possibles.

Il est recommandé de sélectionner des objectifs BIM adaptables à la stratégie du maître d'ouvrage selon la grille suivante :

**Impératif**

La maquette numérique est corrigée jusqu'à ce que les interfaces prévues fonctionnent avec valeur contractuelle.

**Optionnel**

La maquette numérique contribue partiellement à cet usage, avec valeur non contractuelle.

## 4.3. Prise en compte de la propriété intellectuelle

### Régime juridique complexifié par le BIM

Le régime juridique de la propriété intellectuelle est d'une grande technicité. La dimension numérique des processus BIM a complexifié ce régime avec la prise en compte de considérations :

- Sur l'œuvre multimédia.
- Sur les bases de données au-delà des droits d'auteur et des œuvres composites, collectives ou de collaboration.

### Traitement de la propriété intellectuelle dans les CCAG et CCAP

La propriété intellectuelle est un élément essentiel à traiter dans les CCAG et CCAP. Elle ne doit pas être traitée dans un document technique comme c'est le cas pour le BIM.

### Définition des droits dans les clauses administratives des contrats

Rapport spécifique publié par le thème 4

L'appréciation du juge est toujours guidée par la réalité des rôles et du contenu des prestations rendues par les acteurs plus que par les intitulés. Il est donc important que les droits de propriété et d'usages ou de reproduction soient définis dans les clauses administratives des contrats.

Nous vous invitons à prendre connaissance du rapport spécifique sur la propriété intellectuelle « BIM : aspects juridiques et contractuels » réalisé par le groupe de travail MINnD Thème 4 (disponible sur le site [www.minnd.fr](http://www.minnd.fr) dans l'onglet publications).

### Traitement des éléments dans le respect des lois

Les éléments permettant de tracer la propriété des contributions sont renseignés et conservés en accord avec :

- Le droit de la propriété intellectuelle.
- La directive Inspire et sa transposition en droit français.
- Le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD).
- La loi sur la république numérique.



## 5. ORGANISATION ET PROCESSUS

### 5.1. Présentation

<b>Mission du BIM manager et des interlocuteurs BIM</b>	Le BIM manager missionné pour l'étape rédige les documents de mise en place du BIM sur le périmètre de son projet :								
<b>Mission BIM manager</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cahier des charges.</li> <li>• Convention.</li> <li>• Plan de mise en œuvre.</li> </ul>								
<b>Mission interlocuteurs BIM</b>	Les interlocuteurs BIM des parties concernées, ou BIM coordinateur, répondent aux documents du BIM Manager par les documents appropriés :								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Documents de réponse</th> <th>Étape concernée</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La convention répond au cahier des charges.</td> <td>Conception.</td> </tr> <tr> <td>Le plan de mise en œuvre répond au cahier des charges.</td> <td>Réalisation mise à jour par le MOE.</td> </tr> <tr> <td>Le plan de mise en œuvre du BIM.</td> <td>Plan de mise en œuvre du BIM mis en place par marché principal de travaux.</td> </tr> </tbody> </table>	Documents de réponse	Étape concernée	La convention répond au cahier des charges.	Conception.	Le plan de mise en œuvre répond au cahier des charges.	Réalisation mise à jour par le MOE.	Le plan de mise en œuvre du BIM.	Plan de mise en œuvre du BIM mis en place par marché principal de travaux.
Documents de réponse	Étape concernée								
La convention répond au cahier des charges.	Conception.								
Le plan de mise en œuvre répond au cahier des charges.	Réalisation mise à jour par le MOE.								
Le plan de mise en œuvre du BIM.	Plan de mise en œuvre du BIM mis en place par marché principal de travaux.								

### 5.2. Numérique : nouvelle approche, nouveaux concepts

<b>Concepts généraux</b>	Les recommandations d'implémentation du BIM sont les plus pragmatiques possibles en référence au contexte de travail actuel (normatif et outils pratiques). Il est cependant apparu indispensable de donner aux utilisateurs des informations sur des concepts et axes de progrès qui influencent les futurs développements. Se tenir au courant des concepts permet de raisonner en dehors des carcans imposés consciemment ou non par certains outils propriétaires.
<b>Actualisation régulière des concepts par les acteurs du BIM</b>	
<b>Transformation du processus d'ingénierie des ouvrages</b>	Le BIM transforme en profondeur le processus d'ingénierie des ouvrages : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception.</li> <li>• Réalisation.</li> <li>• Exploitation.</li> <li>• Déconstruction.</li> </ul> Cette transformation majeure impacte tous les secteurs industriels. Certains secteurs impactés plus tôt avancent bien plus rapidement que la construction. L'ingénierie procède donc à une réingénierie de ses propres processus : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans nombre de domaines avancés.</li> <li>• En parallèle de sa transformation numérique.</li> </ul> Il détaille les concepts d'ingénierie : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concourante.</li> <li>• Des systèmes.</li> </ul>
<b>Points à retenir</b>	Retenons simplement de ces approches les points suivants :
<b>Résumé des points à retenir</b>	<b>Détail</b>
Le travail d'ingénierie est itératif. Il résout progressivement les incohérences entre les besoins et les solutions définis de plus en plus finement.	L'enjeu du travail collaboratif réside dans ce travail.
L'espace de la question est celui de l'expression des besoins par les intervenants et les tiers, explicités sans préjuger des solutions.	Point de vue opérationnel. Exemple : un franchissement du fleuve capable de durer 50 ans.
L'espace de la réponse ou de la solution est décrit : <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'abord en termes théoriques ou fonctionnels.</li> <li>• Puis en termes organiques.</li> </ul>	Termes théoriques ou fonctionnels : les fonctions à assurer. Exemple : un pont supportant mécaniquement la surcharge du trafic. Termes organiques : comment réaliser lesdites fonctions. Exemple : un tablier en béton de 1 m d'épaisseur.
La résolution des incohérences suppose la bonne intégration de technologies à obtenir par la convergence des acteurs.	Cette fonction est différente de celle du chef de projet. Cette fonction est celle d'un chef d'orchestre limité au champ technique.

## 5.2 Numérique : nouvelle approche, nouveaux concepts | Concepts généraux

## Concepts développés par le numérique

Le travail collaboratif suppose :

- La confiance.
- L'interopérabilité.

Sans revenir sur l'aspect de la confiance, le numérique a particulièrement développé les concepts suivants :

Concepts développés par le numérique	Définition
Environnement Commun de Données ou Common Data Environment (CDE) en anglais.	Environnement collaboratif, appelé également référentiel de données. Il contient les informations relatives à un projet. Il est la source unique d'informations pour le projet, utilisée pour collecter, gérer et diffuser : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La documentation.</li> <li>• Les données non graphiques.</li> <li>• La maquette graphique (2D ou 3D).</li> </ul>
Manuel de livraison des informations ou Information Delivery Manual IDM en anglais.	Manuel décrivant les échanges d'informations prenant place au sein d'une organisation de projet. Il est l'objet de la norme ISO 29481-1 « <i>Building Information Modeling – Information Delivery Manual – Part 1</i> ».
Format ouvert.	Format aussi appelé standard ouvert, format libre ou spécification ouverte. Il est défini comme « <i>tout protocole de communication, d'interconnexion ou d'échange et tout format de données interopérables et dont les spécifications techniques sont publiques, sans restriction d'accès ni de mise en œuvre</i> ». Le format IFC (Industry Foundation Class) est un format de fichier : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardisé (norme ISO 16739 pour les IFC4).</li> <li>• Orienté objet utilisé par la construction pour échanger et partager des informations entre logiciels.</li> </ul>
Définition des points de vue des modèles ou Model View Definition MVD en anglais.	Définition du point de vue intéressant un intervenant dans un processus collaboratif. Les MVD s'expriment en langage XML pour interroger directement les fichiers au format IFC.

## Concepts à retenir développés par le numérique

Avant d'approfondir ces sujets au point suivant, retenons à ce stade de ces concepts les points suivants :

Résumé des concepts à retenir	Détail
L'environnement commun de données est très vaste. Il couvre le stockage et la mise à disposition pour toutes les parties prenantes des informations relatives à un projet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contractuel.</li> <li>• Échanges.</li> <li>• Maquettes.</li> <li>• Communication.</li> <li>• Correspondance.</li> <li>• Etc.</li> </ul>
Clarifier les modalités d'échanges des informations d'ingénierie selon tout le cycle de vie est une tâche longue et fastidieuse. Cette tâche est très contingente des pratiques de chaque pays. Cependant elle permet d'explicitement les modalités de mise en œuvre du BIM sur ce projet.	
Le format ouvert des IFC est indispensable pour assurer l'interopérabilité. Cependant, il n'est pas suffisant. En effet, le schéma actuel ne norme pas complètement les informations nécessaires pour décrire un projet. C'est là tout l'enjeu, à la fois d'un modèle de données exhaustif — extension de la norme IFC — et de la définition normalisée de jeux de propriétés à affecter aux objets décrits par l'IFC.	
COBie est un format d'échange développé au Royaume-Uni : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basé sur les définitions des IFC.</li> <li>• Concentré sur la transmission des informations majoritairement non graphiques du bâtiment.</li> <li>• Utilisé à des étapes définies de la conception et lors de la remise de l'ouvrage au client.</li> <li>• Contenant toutes les informations nécessaires lors de l'utilisation et de l'entretien de l'ouvrage.</li> </ul>	COBie est une tentative intéressante donnant une photographie en des termes très métiers d'un échange mentionné (ceux aux moments des jalons essentiels) dans un IDM en utilisant les MVD des acteurs concernés par l'échange.

## 5.2 Numérique : nouvelle approche, nouveaux concepts

**IFC, MVD et IDM**

Nombre important  
d'intervenants  
sur le projet

Rôles des  
intervenants

Processus normés  
d'organisation  
des échanges

Les projets de construction font intervenir un nombre important d'acteurs et de parties prenantes :

- Tout au long du cycle de vie de l'ouvrage.
- Pour chacune des phases.

Ces intervenants vont progressivement :

- Décrire, dimensionner et caractériser les ouvrages à réaliser.
- Mettre des informations à disposition.

Il est donc indispensable d'identifier et de codifier précisément les données, les échanges et les processus dans un langage compréhensible par tous et par tous les systèmes d'information. Des normes ont été rédigées pour structurer ces données et organiser les échanges. Elles permettent aux acteurs de travailler sur des bases communes.

▾ **Trois normes fondamentales d'organisation des échanges**

**BuildingSmart International** symbolise ces normes fondamentales sous la forme d'un triangle similaire à celui des autres industries :

<b>IDM</b>	Les <b>processus</b> identifiant les acteurs et les flux de données entre eux.
<b>IFC</b>	Le <b>modèle de données</b> de l'ouvrage définissant des classes et les familles associées à tous les objets de construction.
<b>IFD</b>	Le modèle définissant des <b>dictionnaires de termes</b> ou des classifications des objets.

Ces trois composantes sont essentielles pour décrire un ouvrage et les flux entre les acteurs.

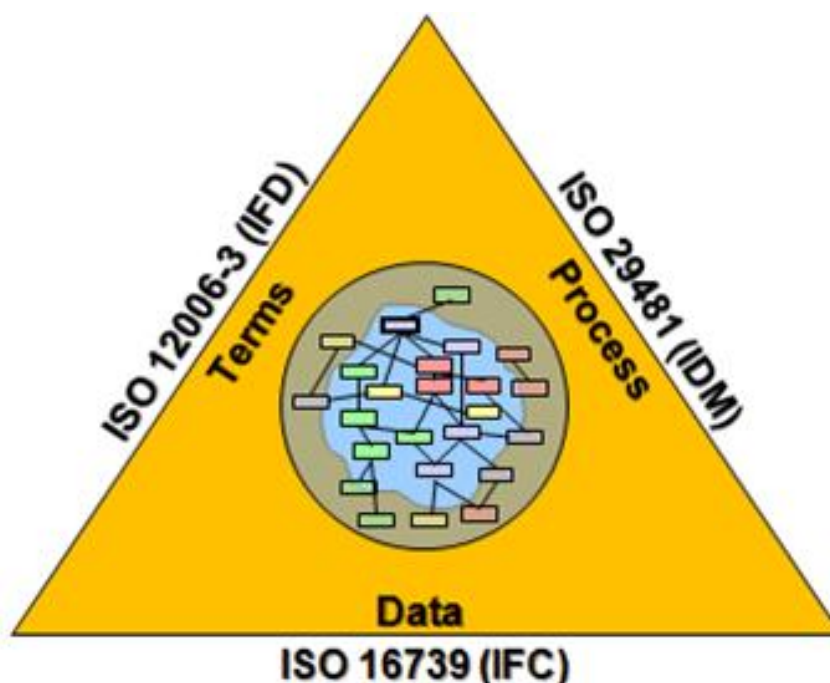


Figure 8 : normes fondamentales d'organisation des échanges (buildingSMART International)

## 5.2 Numérique : nouvelle approche, nouveaux concepts | IFC, MVD et IDM

*Processus normés  
d'organisation  
des échanges*

Nous vous détaillons ces trois normes dans le tableau ci-dessous :

Norme IDM	
<p>Le manuel de livraison des informations (ou IDM, Information Delivery Manual en anglais), est un document spécifique et normalisé. Il décrit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La codification des informations échangées.</li> <li>• Les processus de travail utilisés par les intervenants tout au long d'un projet.</li> <li>• Les méthodes de travail pour informer les participants sur les types d'informations à communiquer et à quels moments. Cet IDM est détaillé par les experts métier.</li> <li>• Les échanges entre les logiciels/systèmes d'informations des parties prenantes. Ces échanges sont étudiés et détaillés.</li> <li>• Les tâches réalisées par les parties prenantes et les échanges d'informations associés à chaque étape, à travers un schéma normalisé. Ce schéma spécifie uniquement les échanges entre les acteurs. Il ne traite pas leurs processus internes.</li> </ul>	
<p>Le nom complet de cette norme est ISO 29481-1 : 2010 « <i>Modélisation des informations sur le bâtiment — Manuel de livraison de l'information — Partie 1 : Méthodologie et format</i> ». BuildingSMART l'a développée pour disposer d'une méthodologie de saisi et de spécification de processus et de flux d'informations pendant le cycle de vie d'un ouvrage.</p>	
Norme INTERFACE	
<p>Le schéma IFC Industry Foundation Classes est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un modèle conceptuel de données orienté objet.</li> <li>• Normalisé iso 16739 : 2013.</li> <li>• Utilisé par l'industrie de la construction pour échanger des informations entre logiciels de modélisation, de calcul, de simulation, etc.</li> <li>• Destiné au partage numérique d'information entre les acteurs d'un projet.</li> <li>• Interopérable avec les logiciels utilisés couramment pour concevoir, construire, maintenir et exploiter des bâtiments.</li> </ul>	
<p>L'interopérabilité sémantique des données est un besoin critique pour atteindre ce but. L'approche IFC décrit l'ouvrage comme étant l'assemblage d'un ensemble de produits. La navigation dans le modèle se fait à partir des produits.</p>	
<p>L'approche traditionnelle décrit les informations de l'ouvrage dans une collection de documents et nécessite une interprétation humaine de l'information. L'approche numérique avec les IFC permet une interprétation directe par un ordinateur. (extrait du document du PTNB « <i>Stratégie française pour les actions de prénormalisation et normalisation BIM appliquées au bâtiment</i> » de juin 2018.)</p>	
Filtrage MVD (Model View Definition)	
<p>Les échanges sont codifiés. Il convient donc de rendre l'information complète et accessible à tous les intervenants. Ces derniers ont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des disciplines et des métiers différents.</li> <li>• Besoin uniquement d'informations pertinentes pour leur travail.</li> </ul>	
<p>Il faut donc filtrer les informations du fichier IFC selon le point de vue de l'utilisateur concerné. Le résultat de ce filtrage est un MVD (Model View Definition) aussi appelé plus rarement « <i>IFC View Definition</i> ». Un MVD est un sous-ensemble spécifique du fichier IFC d'un ouvrage, adapté uniquement aux besoins ou exigences de l'utilisateur.</p>	
<p>Les systèmes de filtrage et les MVD sont développés par les éditeurs de logiciel, pour satisfaire les échanges d'informations décrits dans les IDM.</p>	
<p>Exemple de MVD pour les pièces préfabriquées en béton <a href="http://dcom.arch.gatech.edu/pcibim/documents/Pre-cast_MVDs_v2.1_Volume_1.pdf">http://dcom.arch.gatech.edu/pcibim/documents/Pre-cast_MVDs_v2.1_Volume_1.pdf</a></p>	
<p>Pour aller plus loin : <a href="http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/">http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/</a></p>	
Norme IFD	
<p>La norme IFD définit des dictionnaires de termes ou des classifications des objets.</p>	
Différence entre IFC et IFD	Dans les IFC, un objet appartient généralement à une seule catégorie. Les options de catégories sont assez limitées.
	L'IFD permet de classer un objet dans plusieurs catégories.

5.2 Numérique : nouvelle approche, nouveaux concepts | IFC, MVD et IDM

Information Delivery Manual for Precast Concrete

Process Map: Architectural Precast Project

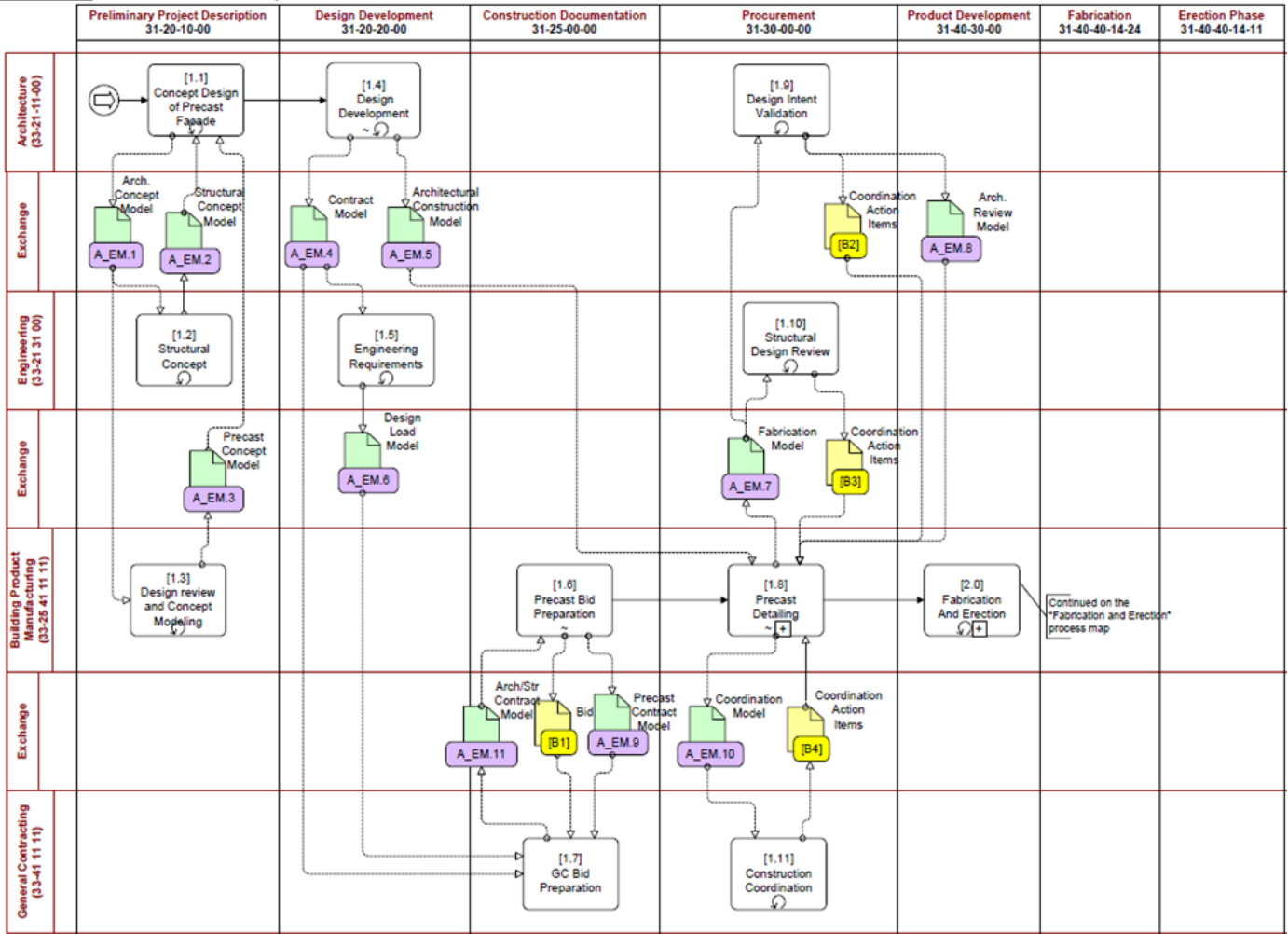


Figure 9 : exemple de schéma d'un IDM, extrait de : *Information Delivery Manual for Precast Concrete, Precast Concrete BIM Advisory Committee (Michael Lanier, Chair).*

Source [http://dcom.arch.gatech.edu/pcibim/documents/IDM\\_for\\_Precast.pdf](http://dcom.arch.gatech.edu/pcibim/documents/IDM_for_Precast.pdf)

Pour aller plus loin : <http://iug.buildingsmart.org/idms>

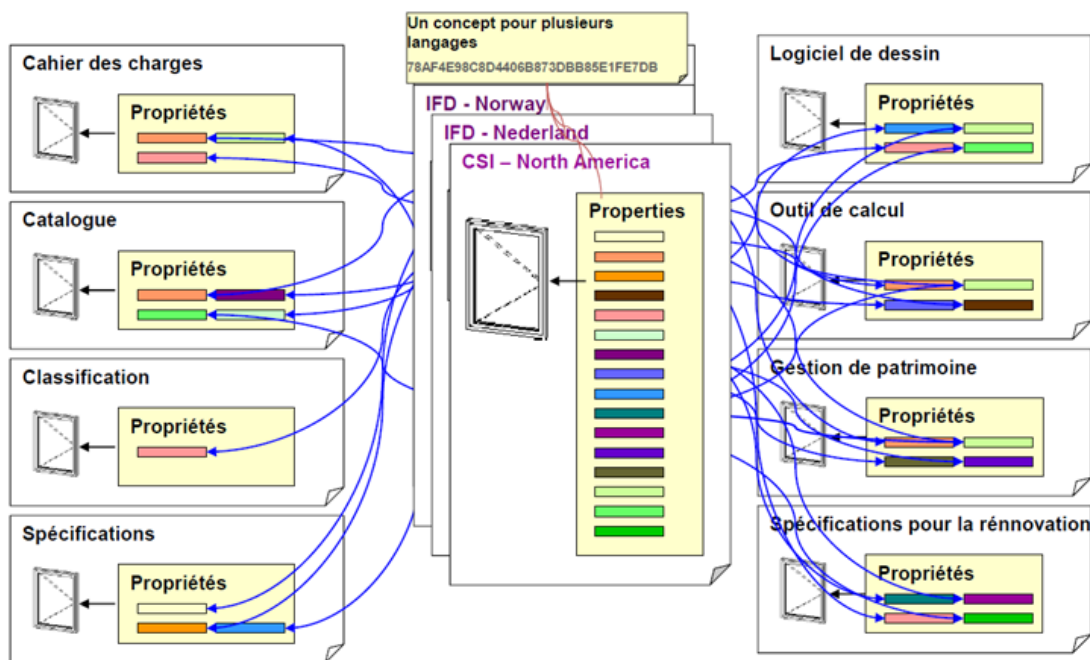


Figure 10 : principe de l'IFD (illustrations de buildingSmart France/Frédéric Grand)

## 5.3. Organisation

**Missions des intervenants** La mise en œuvre d'une démarche BIM sur un projet repose sur 5 types d'intervenants :

### BIM manager

Il est affecté à une étape d'un projet. Il anime les BIM coordinateurs identifiés pour le projet. Ses missions sont :

- Définir le fonctionnement et l'organisation des équipes en mode projet.
- Assurer la coordination, la gestion des flux de communication et les bons échanges au sein de ses équipes.
- Définir les flux de travail et de coordination.
- Élaborer les processus, les protocoles et les standards, et veiller à leur application.
- Élaborer ou participer à la rédaction de la convention BIM ou du plan de mise en œuvre. Sur la base du cahier des charges BIM ou en accord avec besoins exprimés par la direction projet.
- Veiller à ce que le processus BIM soit le plus efficace possible.
- Permettre d'assurer la cohérence globale du projet, tout en optimisant la construction.
- Suivre les processus définis dans la convention ou le plan de mise en œuvre.
- Évaluer la performance de la démarche BIM sur le projet.

Il réfère au directeur technique ou au directeur projet. Il est également en contact avec les référents BIM de la MOE ou du MOA.

Le cas échéant selon les dispositions du projet il peut être chargé de :

- Gérer les assemblages des maquettes issues de différents marchés.
- Lancer des détections de conflits à titre d'indicateur de la qualité de la coordination.

Pour cela, il doit posséder des compétences en :

<b>Management de projet</b>	Pour organiser les équipes, assurer le suivi des livrables et gérer les incohérences.
<b>Informatiques</b>	Pour l'assemblage des maquettes métier.
	Pour vérifier la qualité des données fournies et la conformité aux chartes numériques.
	Pour définir la cohérence de l'ensemble, et assurer la coordination des différentes maquettes métier.
<b>Métiers</b>	Pour une analyse critique des différents apports des différentes maquettes.
	Pour rendre compte à la direction de projet, avec une sensibilité « métier », et non pas seulement de « technique informatique ».

Le BIM Manager n'est pas chargé de :

- L'organisation des études et du suivi de production.
- La planification des études.
- La coordination spatiale - synthèse (sauf disposition particulière).

<p><b>BIM coordinateur</b></p> <p>Le BIM coordinateur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anime les BIM modeleurs et les BIM contributeurs de son métier ou de sa société.</li> <li>• Organise et valide les sortants de son métier pour un projet donné, en appliquant les processus définis dans le BEP.</li> <li>• Est le référent BIM de son métier et est donc en contact direct avec le BIM manager.</li> <li>• Possède de solides connaissances métier et une bonne connaissance des processus BIM.</li> </ul> <p>Par conséquent, il est responsable de la gestion et de la coordination des différents modèles BIM d'un marché, il est chargé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gérer et coordonner les modèles</b> (coordination des processus interopérabilité des modèles, etc.).</li> <li>• Vérifier la <b>qualité</b> et la <b>validation des données</b>.</li> <li>• Assurer la <b>cohérence globale</b> des maquettes numériques de son marché.</li> <li>• Respecter les processus et notamment le <b>plan de mise en œuvre du BIM</b> (procédures, niveaux de détails qualité, etc.).</li> </ul>
<p><b>Modeleur</b></p> <p>Le modeleur est principalement en charge de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La modélisation 3D et de ses informations.</li> <li>• La génération des plans 2D issus des modèles 3D.</li> </ul> <p>C'est un projeteur expert en modélisation 3D. Il modélise ou adapte une maquette numérique pour son métier.</p>
<p><b>Contributeur au BIM</b></p> <p>Le contributeur au BIM participe à l'élaboration de la maquette pour la modélisation 3D (planning, métrés, etc.). Il modélise éventuellement en 3 D.</p> <p>Il peut être ingénieur, technicien, juriste ou commercial. Tout le monde est concerné à moyen terme.</p>
<p><b>Utilisateur du BIM</b></p> <p>L'utilisateur du BIM :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploite la maquette numérique pour son métier.</li> <li>• Ne modifie pas les fichiers de la maquette.</li> </ul>

<p><b>Mission de coordination spatiale-synthèse</b></p>	<p>Il est impératif de ne pas confondre la coordination spatiale-synthèse et la détection de clash ou de conflits.</p>
<p><b>Note d'attention</b></p>	<p>La détection de clash est une analyse numérique automatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exécutée par différents intervenants à n'importe quelle étape.</li> <li>• Renseignant rapidement sur l'état de coordination d'un jeu de fichiers constituant la maquette numérique.</li> </ul>
<p><b>Objectif de la mission</b></p>	<p>La coordination spatiale-synthèse est une mission de spécialiste. Elle a pour objectif de résoudre les conflits.</p>
<p><b>Clés de la mission</b></p>	<p>Cette mission repose sur les clés suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Établissement des objectifs de coordination en cohérences avec les attendus de la phase en cours.</li> <li>• Identification des intervenants concernés.</li> <li>• Anticipation des risques.</li> <li>• Planification des coordinations adaptée aux avancements des études des parties prenantes.</li> <li>• Mise en place de mesures conservatoires en cas d'incohérences liées aux planifications propres aux marchés/missions des intervenants.</li> <li>• Recherches des conflits et documentation des conflits.</li> <li>• Proposition de solutions documentées.</li> <li>• Validation des solutions par les intervenants concernés.</li> <li>• Provoquer l'arbitrage si nécessaire.</li> </ul>
<p><b>Cellules de coordination spatiales</b></p>	<p>Il peut exister différentes cellules de coordination spatiales aux périmètres des marchés principaux selon :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'organisation du projet.</li> <li>• Sa complexité technique.</li> <li>• Son organisation.</li> </ul>

## 5.3 Organisation

**Management du projet et du BIM****Missions du BIM manager**

Le management de projet désigne le BIM Manager qui se charge d'identifier et d'animer les BIM Coordinateurs chez chacun des partenaires.

Le BIM manager :

- Met en place les réunions d'organisation BIM de son périmètre.
- Propose une organisation.
- Sollicite les informations nécessaires des parties prenantes.
- Rédige les CR de ses réunions et amende si nécessaire ses documents d'organisation.

**Missions annexes du BIM manager**

Le cas échéant, Le BIM Manager organisation et gère :

- La maquette du projet.
- L'assemblage commun des modèles de l'étape ou du marché.

Il est l'interlocuteur pour l'organisation du BIM, mais ne se substitue par aux spécialistes des différentes techniques.

**Formation et adaptation au BIM**

Le management et les intervenants de projet sont :

- Sensibilisés et formés à la pratique d'un projet en BIM.
- Capables d'adapter les processus d'études et de gestion de projet au BIM.

**Collaboration entre le BIM manager et le management de projet**

Le BIM manager collabore avec le management de projet pour les flux d'étude contraints par le BIM.

**Description des relations entre le management du projet et l'équipe BIM**

Le schéma ci-dessous décrit les relations entre le management du projet et l'équipe BIM.

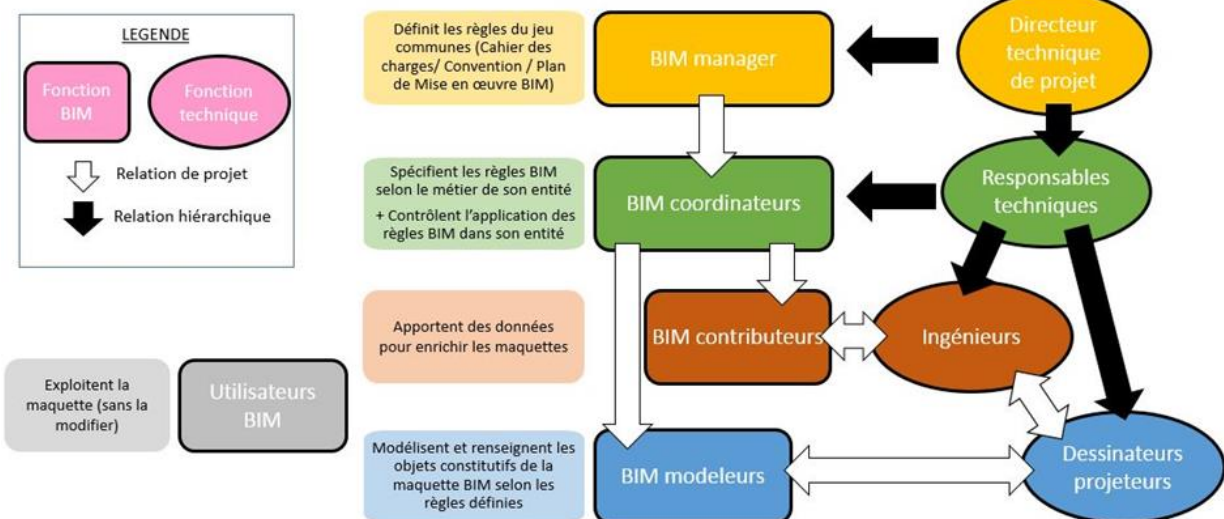


Figure 10 : relations entre le management du projet et l'équipe BIM

**Bonne pratique de désignation des intervenants dans les documents**

Nous déconseillons la désignation nominative des intervenants chargés des fonctions dans les documents contractuels d'organisation BIM. En effet, les intervenants peuvent changer. Il est donc nécessaire d'amender ces documents. Nous conseillons :

- De nommer les responsables dans une correspondance officielle.
- De les rappeler dans les annuaires et CR de réunions le cas échéant.



## 5.3 Organisation

**Droits d'accès aux données**

Les accès aux informations de la maquette et de la base de données associée peuvent varier selon :

- La société d'appartenance.
- Le découpage du projet.
- Les fonctions de l'acteur.
- Les responsabilités.

**Gouvernance de la maquette****Condition d'attribution et de rémunération****Impact sur le projet**

La prestation de gouvernance de la maquette est attribuée et rémunérée :

- Selon l'organisation de l'étape ou du marché.
- Quand la maquette générale ou de synthèse agrège des fichiers d'intervenants externes au contrat ou marché.

La prestation de gouvernance de la maquette impacte le projet comme suit :

**Dans l'état de l'art actuel**

Le lancement de la démarche entraîne une certaine remise en cause des organisations et habitudes.

**À terme**

Cette démarche impacte efficacement tous les processus d'études.

**Adaptation des missions du BIM manager**

Selon le type et la complexité du projet pour cette gouvernance, le BIM manager adapte ses fonctions et ses prestations :

- Organisation et relation du réseau BIM en fonction de la structure du projet.
- Harmonisation des procédures.
- Organisation et gestion des fichiers de la maquette générale ou de synthèse.
- Choix et gestion de solutions de partage et de collaboration.
- Coordination entre les différents métiers, marchés ou phases.
- Analyse et gestion des conflits, incohérences et recours à une synthèse.
- Présentation des optimisations possibles pour aide à la décision.

## 5.4. Adaptation des processus

### Revue de maquettes et technique de projet

#### Relation entre les revues de maquette et les revues techniques

#### Présentation des revues de maquette

#### Présentation des revues techniques ou d'études de projet

Nous vous présentons ci-dessous les revues de maquettes et revues techniques de projet.

Les maquettes numériques sont très utiles dans les différentes et nombreuses revues techniques de projet. Pour pérenniser ces revues, il est nécessaire d'instaurer la confiance dans ses nouveaux supports pour :

- La géométrie 3D.
- Les informations attachées aux objets.

Préalablement aux revues techniques, il est donc nécessaire de mettre en place ces revues de maquettes.

#### ▼ Objectif

L'objectif des revues de maquettes est de contrôler et valider :

- L'organisation.
- Le contenu numérique des modèles partagés et utilisés par la suite.
- Les processus de mise à jour.

#### ▼ Personnes concernées

Les revues de maquettes sont le domaine :

- Du BIM manager.
- Des BIM coordinateurs.
- Des BIM modelleurs.

#### ▼ Organisation

Les revues de maquettes sont organisées :

- Selon la convention ou le plan de mise en œuvre.
- Dans le respect du cahier des charges BIM.

Elles peuvent exister à différents niveaux selon l'organisation contractuelle du projet.

#### ▼ Traitement des écarts et des incohérences

Les écarts et les incohérences sont soit :

- Traités en séance.
- À résoudre pour la revue suivante.

#### ▼ Rythme de parution

Le rythme des revues de maquettes doit être soutenu :

- Au démarrage.
- Ou à l'intégration de nouveaux contributeurs.
- Ou selon des modifications des documents d'organisation du BIM.

Il se ralentit au fil de l'avancement et de la prise de confiance dans les maquettes.

#### ▼ Personnes concernées

Les revues techniques ou d'études de projet sont le domaine des managers et encadrants de projet.

#### ▼ Organisation

Ces revues sont organisées par les responsables. Ces derniers peuvent :

- Avoir différents niveaux de maturité BIM.
- Solliciter les BIM coordinateurs concernés.

## 5.4 Adaptation des processus

<p><b>Programmation des revues et organisation du BIM manager</b></p> <p style="text-align: right;"><b>Processus mis en place au quotidien</b></p> <p style="text-align: right;"><b>Planning et mission du BIM manager</b></p>	<p>Les revues sont programmées <b>dès le lancement des études du projet</b>.</p> <p>Le niveau de développement des objets constituant la maquette ne permet pas d'être efficace lors des premières réunions. Le processus de mise à disposition des données devient une habitude de travail.</p> <p>En effet, chaque revue exige une préparation de la part du BIM manager. La durée définie en fonction des objectifs à atteindre. Il faut donc établir un planning hebdomadaire ou bimensuel pour laisser au BIM manager le temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'agréger les maquettes.</li> <li>• De jouer les scénarios de détection de conflits.</li> <li>• De sortir une première liste des nouvelles incohérences identifiées.</li> </ul>
--	--

<p><b>Gestion des fichiers et des données</b></p> <p style="text-align: right;"><b>Définition</b></p> <p style="text-align: right;"><b>Exemples</b></p>	<p>Le processus BIM s'articule autour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De maquettes numériques tridimensionnelles.</li> <li>• De l'information contenue dans des fichiers :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des graphiques.</li> <li>- Des tables de valeurs (semis de points).</li> <li>- Des bases de données. Exemple : SIG.</li> </ul> </li> </ul> <p>Nous vous présentons ci-dessous des exemples de gestion de fichiers et de données.</p>
---	---

Exemple de gestion	Détail
Données LIDAR ou autre relevé numérique	Des relevés LIDAR complémentaires peuvent être nécessaires. Ces relevés font l'objet d'un cahier des charges particulier, en lien avec la charte numérique adoptée par les partenaires du projet.
Données 2D	Des données schématiques et d'implantations 2D cartographiques contribuent au processus BIM. Elles sont intégrées dans les processus de gestion de la maquette, spécifiées correctement et gérées au même titre que les modèles 3D.
	Ces données 2D sont : <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">• Géoréférencées</li> <li style="width: 50%;">• Attachées à minima à un sous-système défini.</li> </ul>
Données 2D ressaisies en 3D	Certaines données d'implantations 2D sont ressaisies en 3D pour répondre à des cas d'usages. Exemple : les réseaux pour faciliter la coordination spatiale.
	L'origine de ces données 2D reste modifiable. Il est donc impératif de décrire la méthode et le processus de mise à jour des fichiers 3D associés. Ces données 3D sont : <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">• Géoréférencées.</li> <li style="width: 50%;">• Attachées à minima à un sous-système défini.</li> </ul>

## 5.4 Adaptation des processus | Gestion des fichiers et des données

## Bonnes pratiques

#### Maîtrise de la structure et du statut des données

Il est nécessaire de maîtriser la structuration et le statut des données :

- La structuration dépend des attendus de la phase et des niveaux de développement appliqués.
- Le statut exprime l'état d'avancement dans une version du fichier en cours et son état de validation.

#### Exemple

Par exemple, la norme ISO 19650 propose 4 statuts :

Statut	Description
En cours/ <i>Work-in-progress</i>	Le fichier est en cours et est fourni à titre indicatif.
Partagé/ <i>Shared</i>	Le fichier est partagé, mais n'a pas encore été validé.
Publié/ <i>Published</i>	Le fichier est publié, car il a passé ses circuits de validation.
Archive/ <i>Archive</i>	Le contenu du fichier a valeur de références dans son contexte.

#### Pour plus de précision sur ce sujet

Ce sujet est plus largement exposé dans le guide d'application du BIM et dans le prochain paragraphe de ce document.

Ces statuts sont adaptés au contexte du projet en fonction des dispositions contractuelles. Leurs comportements sont décrits :

- Circuits de validation.
- Montée de version.
- Etc.
- Montée d'indice.
- Changement de statut.

#### Changement de niveau de BIM 2 à 3

Pour passer du BIM niveau 2 au BIM niveau 3 il est nécessaire de descendre au niveau des objets les marqueurs :

- De LOD.
- De statut.

## 5.4 Adaptation des processus

## Indicateurs de confiance, performance, et avancement

La maquette est un support d'aide à la décision. Les décideurs doivent donc avoir confiance dans les données intégrées.

Pour cela il est important de mettre en place et de livrer régulièrement un document certifiant le degré de fiabilité des données :

- Contenues dans la maquette.
- Issues des modèles ou des plans validés en GED.

Ce document est simple et compréhensible par tous, en particulier des intervenants. Ces derniers sont peu au fait des technologies informatiques mises en œuvre.

## Plans 2D

#### ▼ Définition

Les plans 2D sont :

- Contractuels.
- La base des flux de validation des données nécessaires à la réalisation d'un projet.

#### ▼ Présentation des 2 types de plans 2D

Les plans 2D sont traités différemment pour leur intégration dans la maquette numérique du projet. Il existe 2 types de plans 2D :

## Plans issus de modélisation 2D

Sous format :

- Natif. Exemple DWG.
- PDF (représentation figée d'un plan 2D).

Dans ce cas, le plan doit être ressaisi en 3D. Il faut alors modéliser en 3D sous forme « objets », en tenant compte de leur altitude et élévation.

**Remarque :** nous observons un transfert de responsabilité. En effet, le travail de modélisation 3D n'a pas été réalisé par l'auteur de la donnée initiale 2D. Ces modèles 3D sont intégrés dans la maquette globale. Ils sont donc gérés en GED comme les plans 2D.

## Plans générés à partir d'un modèle 3D

Ces plans sont une vue particulière d'une représentation 3D. La validation du plan 2D peut donc induire une validation du modèle 3D initial, s'il n'y a pas eu de postproduction. C'est-à-dire aucune modification apportée au plan après sa génération depuis le modèle 3D.

## Avancement de la maquette

#### ▼ Remarques

Nous vous invitons à prendre connaissance des remarques ci-dessous :

- Il est important de maintenir un lien entre le plan 2D et son indice avec le modèle 3D et sa version.
- Le modèle 3D et ses versions successives doivent donc également être sauvegardés en GED.
- Les modèles 3D validés sont intégrés dans la maquette lorsque le plan 2D est validé en GED.

Les points d'avancement de la maquette sont les suivants :

<b>La liste prévisionnelle des plans 2D</b>	Permet actuellement de connaître l'avancement des études en phase PRO ou phase EXE.
<b>La maquette numérique</b>	Fait l'objet d'une liste d'objets à intégrer, selon le découpage convenu.
<b>Chaque famille d'objets ou système</b>	Est mise en correspondance avec les plans qui la définissent.
<b>Le BIM manager</b>	Suit l'avancement global de la maquette. Il en calcule le pourcentage de plans intégrés, par rapport au nombre de plans disponibles et validés en GED.

## 5.4 Adaptation des processus Indicateurs de confiance, performance, et avancement

## Tableau de suivi

Un tableau de suivi :

- Vérifie la bonne intégration des données des plans validés en GED.
- Diffuse un indicateur de confiance ou de performance de la maquette.
- Est mis à jour automatiquement quotidiennement.
- Tient compte des nouveaux plans ou des nouveaux indices de plans déposés la veille.
- Est utilisé par l'équipe de BIM management pour évaluer la charge de travail.
- Permet de donner aux décideurs un indice de fiabilité d'intégration des données dans la maquette.

On retrouve sur l'exemple ci-après la synthèse des données des différentes disciplines d'un projet linéaire dans les deux zones géographiques du projet (portion Est et portion Nord).

Tableau d'avancement Maquette Numérique															
Responsables :										Portion Est	Portion Nord	Total			
Date du :	09/08/2016									Respect	☺	229	256	485	
Version GED :	08/08/2016			Recherche						des	☹	9	66	75	
										révisions	☹	0	6	6	
Secteur	Total	Existant	Projet	GED PRO	Indexe	GED EXE	Statut	N° EXE	Realisé	Modélisation 3D			Recollement		
										Existant	EXE (GIE+BE)				
										%T	%GED				
Portion Est															
<b>Total</b>	315	129	222	130	203			34	85%	110	100%	109%	222	0%	0
Aménagement Paysager	3	0	3	3	3						100%	100%	3		
Ecran Acoustique	14	0	14	2	14						100%	100%	14		
Génie Civil	156	113	83	36	81		34	96%	109		100%	102%	83	0%	0
TCFH	31	2	29	28	29		0	-	-		100%	100%	29	-	0
Equipements	88	1	84	39	67		0	-	-		100%	125%	84	-	0
Assainissement	40	13	26	27	26		0	8%	1		100%	100%	26	-	0
Portion Nord															
<b>Total</b>	370	18	348	0	292		0	106%	19	84%	100%		293	-	0
Ecrans Acoustiques	2	0	20	0	20		0	0%	2	15%	15%		3	-	
Génie Civil	256	16	236	0	221		0	100%	16	95%	102%		225	-	0
TCFH	26	0	26	0	22		0	-	-	81%	95%		21	-	0
Equipements	49	0	49	0	21		0	-	-	39%	90%		19	-	0
Réseaux	39	2	37	0	28		0	150%	3	76%	100%		28	-	0

Figure 12 : exemple de tableau de bord d'intégration des données

## Légende du tableau de bord

## Légende du tableau de bord

<b>Colonne % GED</b>	On trouve le pourcentage de plans disponibles en GED, par rapport à la liste prévisionnelle des plans à livrer.
<b>Colonne % T</b>	On trouve le pourcentage de plans intégrés dans la maquette par rapport aux plans disponibles et validés en GED.
<b>En vert</b>	Les données intégrées dans la maquette sont conformes aux plans validés en GED. Les décideurs peuvent donc prendre des décisions à l'aide la maquette.
<b>En orange</b>	Les données intégrées dans la maquette ne sont pas entièrement conformes aux plans validés en GED (soit certains plans n'ont pas encore été intégrés, soit de nouveaux indices de plans sont disponibles et non pas encore été intégrés). Les décisions doivent être prises avec précautions sur les disciplines concernées.
<b>En rouge</b>	Les données intégrées dans la maquette ne sont pas assez fiables pour pouvoir prendre des décisions.

## 5.4 Adaptation des processus

**Archivage et échanges  
- utilisation de formats  
neutres et ouverts**

Interopérabilité :  
élément indispensable

**Dimensions humaines et organisationnelles de l'interopérabilité**

L'interopérabilité est absolument indispensable au succès d'une démarche BIM. Cette dernière suppose au préalable :

- Un grand niveau de confiance entre les acteurs.
- Un contexte cognitif partagé entre les métiers et au sein du projet. C'est à la genèse d'un tel contexte cognitif que doit concourir ces recommandations et les documents de mise en œuvre du BIM sur un projet donné.

**Dimensions informatiques de l'interopérabilité**

Les dimensions informatiques de l'interopérabilité sont :

<b>L'interopérabilité technique</b>	Pouvoir communiquer. Possibilité strictement technique de communiquer.
<b>L'interopérabilité sémantique</b>	Savoir se comprendre. Avoir la même compréhension des concepts et informations échangés.
<b>L'interopérabilité syntaxique</b>	Savoir communiquer. Utiliser les mêmes règles de combinaison et d'actions des concepts et informations.

**Utilisation de formats d'échanges normés et ouverts**

L'interopérabilité suppose l'adoption de formats d'échanges normés et ouverts. S'ils ne le sont pas, les contributeurs doivent utiliser un même format fermé ou propriétaire, c'est-à-dire dédié à un seul intérêt privé.

**Format ouvert IFC**

L'IFC est le seul format ouvert d'échanges (ISO 16739 dans sa version 4). Il est de plus en plus répandu. Même si la conformité avec ce format de certains logiciels de grands éditeurs est encore imparfaite. Ce format est en évolution pour répondre aux besoins croissants de l'industrie. Il est donc incomplet :

- Certaines disciplines de la construction ne disposent pas encore de suffisamment d'objets adéquats pour les décrire.
- Les modalités de description de ces objets (ou jeux de propriétés libres) sont très souvent limitées aux contextes régionaux ou nationaux et totalement libres. Il convient donc de définir des jeux de propriété complémentaires.

**Sauvegarde et archivage**

Il est nécessaire de procéder à des sauvegardes régulières des données. Cependant, ces dernières ne suffisent pas à assurer la préservation des données à long terme.

L'archivage consiste à enregistrer des données de manière à garantir sur le long terme leur conformité à un état donné. En général l'état validé par leurs auteurs. Ce long terme peut aller jusqu'à de très nombreuses années. Il suppose une relecture et un travail sur la base des informations relues à ce moment-là : ceci n'est possible que si l'archivage est effectué dans un format ouvert pérenne dans le temps, comme l'est le format des IFC.

Le format IFC est complété par des définitions partagées au niveau des propriétés par le projet. Cet archivage est donc utile et efficace. Les considérations générales antérieures sur les IDM et le COBie peuvent bien sûr aider. Ces archivages sont recommandés :

- À l'issue du passage de chaque jalon du projet.
- À toute revue majeure de projet.

Ces archives sont livrées :

- Au maître d'ouvrage
- À l'exploitant.

Ces derniers veillent à :

- La disponibilité des archives auprès des acteurs du cycle de vie sur la longue durée.
- L'utilisation des archives pour une mise à jour des données de maintenance et de petits travaux neufs. Une archive jamais consultée devient un fichier mort, non exploitable.

## 5.5. Processus numérique de base

<b>Introduction</b>	Certains processus numériques sont nécessaires pour envisager les cas d'usage métier appliqué au projet. Sans ces processus, une démarche BIM ne semble pas aboutir.
<b>Modélisation</b>	<p>Une démarche BIM s'appuie avant tout sur une maquette numérique. Cette dernière est une représentation tridimensionnelle et paramétrique d'un ouvrage à concevoir, à construire puis à exploiter.</p> <p>Selon la phase d'étude, la modélisation des données de cette maquette est différente :</p>
<b>En phase très amont</b>	<p>Une ou plusieurs représentations 2D de l'ouvrage sont suffisantes si :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ces représentations sont paramétriques et dépendantes les unes des autres.</li> <li>• Toute modification de l'une d'entre impacte les autres maquettes.</li> </ul>
<b>En phase d'avant-projet</b>	La cohabitation des représentations 2D et 3D peut encore exister. De nombreux systèmes sont schématiques connaissent uniquement leurs enveloppes géométriques pour vérifier leur compatibilité dans leur environnement contraint.
<b>À partir de la phase de conception détaillée</b>	Il devient indispensable d'avoir une représentation 3D des ouvrages et des systèmes, afin de vérifier leur cohérence spatiale (conflits d'interface) ou temporelle (incohérences liées à la co-activité de construction). Si certains corps d'état ne peuvent pas fournir leurs données en 3D, il est alors indispensable de les ressaisir en 3D afin de les intégrer dans la maquette globale.
<b>BIM niveau 2</b>	<p>Le BIM niveau 2 stipule une modélisation 3D, mais ne s'arrête pas uniquement à la géométrie des objets. La donnée doit également être intelligente et structurée, pour être utilisée par les acteurs. Il faut donc associer (cf. le chapitre suivant pour plus de détails) à chaque composant ou objet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un identifiant unique, un nom, la famille de système auquel il appartient, etc.</li> <li>• Des attributs et des propriétés qui simulent le comportement du composant au sein de son propre système ou vis-à-vis des systèmes en interface.</li> </ul>
<b>Processus de la modélisation objet</b>	<p>En phase de conception, de construction et d'exploitation, la modélisation « objets » est une représentation géométrique. Elle est composée d'une représentation fonctionnelle sur laquelle sont appliqués de nombreux processus :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyses. • Contrôles. • Visualisation. • Optimisations. • Etc.</li> </ul>
<b>Objectif</b>	L'objectif est d'avoir un seul modèle utilisable dans les phases du cycle de vie d'un projet. Ce modèle s'affine : il est constamment tenu à jour jusqu'à maturité de la conception.
<b>Prérequis indispensable au déroulement du BIM</b>	La modélisation n'est donc pas à proprement parler un usage BIM. C'est un prérequis indispensable au bon déroulement d'une démarche BIM.
<b>Éléments de mise en place de la modélisation</b>	<p>Cette modélisation doit s'appuyer sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un échancier.</li> <li>• Une structuration des données.</li> <li>• Une définition des niveaux de développement et d'informations attendus pour chacune des phases du projet.</li> </ul>



## 5.5 Processus numérique de base

**Validation des données**
**Processus de vérification de la qualité des données**

La validation des données comporte deux processus :

- La vérification de la qualité des données.
- Le flux de validation des données.

Le processus de vérification de la qualité de la donnée concerne deux domaines :

Domaine	Description
La justesse de la donnée	La justesse de la donnée est le domaine : <ul style="list-style-type: none"> <li>• De l'ingénieur</li> <li>• Du contributeur.</li> </ul>
	Elle vérifie la conformité de la donnée aux exigences du métier au niveau de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La réglementation.</li> <li>Les règles de l'art.</li> <li>• Les objectifs du projet.</li> </ul>
	La conformité de la donnée
Elle vérifie la conformité de la donnée aux exigences : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Du cahier des charges BIM.</li> <li>• Du plan de mise en œuvre BIM du projet.</li> <li>• De la convention BIM</li> </ul>	
En termes de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Format de livraison.</li> <li>• De niveau de développement.</li> <li>• De nommage.</li> <li>• De renseignement des attributs attendus dans la phase considérée.</li> </ul>	

**Processus du flux de validation des données**

La donnée est validée à plusieurs occasions. Les étapes ou gates du processus du flux de validation des données sont :

Étape/gates	Description
La validation dans le modèle disciplinaire	La validation dans le modèle disciplinaire s'effectue au sein : <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'un bureau d'étude ou BE.</li> <li>• D'une discipline précise.</li> </ul>
	Elle contrôle la justesse et la conformité de la donnée au regard d'une fonction attendue.
La validation dans le modèle intégré	Le modèle intégré fusionne les données de plusieurs disciplines en interface.
	Il contrôle la justesse et la conformité de la donnée au regard de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son environnement.</li> <li>• Ses interfaces directes.</li> </ul>
	Ce processus gère : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les incohérences.</li> <li>• Les interférences.</li> </ul>

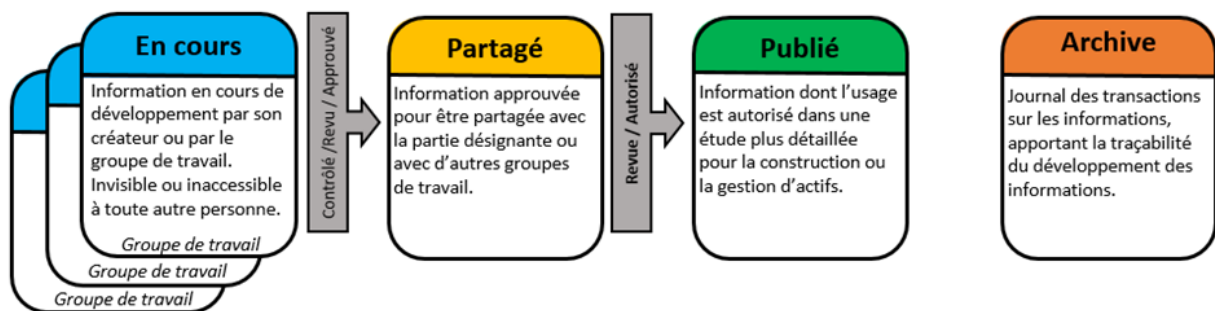


Figure 13 : flux de validation des données (extrait de la norme ISO 19650)

## 5.5 Processus numérique de base | Validation des données

**Gestion  
des incohérences**
**Instaurer la confiance  
dans la maquette**

Le processus de suivi du traitement des incohérences à l'aide de la maquette numérique est l'un des plus demandés par la direction de projet. Son efficacité dépend de la qualité des données agrégées dans la maquette.

**▼ Vérification de la conformité de données aux règles établies**

Dans un premier temps, il est nécessaire de s'assurer de la conformité des données aux règles :

- Du plan de mise en œuvre.
- De la convention.

**▼ Indice de confiance preuve de la conformité des données par le BIM manager**

Les décisions sont prises uniquement si les décideurs ont confiance dans la maquette. Le BIM manager doit prouver la conformité des données 3D de la maquette aux plans validés en GED. Pour cela, il est primordial de certifier un indice de confiance. Ce dernier est un indice de fiabilité de données de la maquette. Voir le paragraphe « Indicateurs de confiance, performance, et avancement ». Si l'indice de confiance est acceptable, alors les décideurs s'appuient sur la maquette pour gérer les conflits et incohérences identifiés.

**▼ Identification des données faibles et des données abouties**

De plus, il faut identifier dans la maquette les données :

- Livrées à titre indicatif avec un niveau de maturité faible. Exemple : des données avec un code couleur spécifique.
- Abouties et validées.

**▼ Logiciels dédiés à la détection des incohérences**

De nombreux logiciels de modélisation ou d'agrégation de données détectent des conflits physiques ou des incohérences réglementaires.

**▼ Description du processus**

Ce processus repose sur :

- Une structuration homogène des objets et des familles d'objets.
- Le nommage de ces composants. Voir « Charte de nommage et système de codification ».

**▼ Identification des scénarios d'incohérences**

La cellule synthèse a toujours son rôle à jouer. En préparant ce processus, il est impératif d'identifier les scénarios d'incohérences potentielles.

**Exemple de scénarios d'incohérences**

Semelles de voiles vs massifs de fondations de la signalisation verticale.

En effet, le BIM manager n'est pas un technicien métier omniscient. Il ne connaît pas parfaitement les disciplines impliquées sur le projet ni les réglementations en vigueur.

**▼ Liste des conflits et rôle du BIM manager**

Il faut donc établir une liste des conflits potentiels. Cela permet au BIM manager :

- De passer en revue systématiquement tous les scénarios.
- D'identifier automatiquement les incohérences à résoudre.

Il peut également faire un contrôle visuel de la maquette et émettre des doutes sur certains points contestables.

**Prérequis  
pour la détection  
des incohérences**

### 5.5 Processus numérique de base | Gestion des incohérences

#### Suivi et attribution de statut aux incohérences

#### Loi de nommage

Chaque incohérence ou doute est appelé « **sujet** » dans la suite de ce document. Ce dernier est nommé selon une règle de nommage propre au projet. Cette dernière :

- Permet de le situer facilement dans le projet.
- Doit être assujettie de quelques attributs pour assurer son suivi en vue de sa résolution.

Après identification des « sujets » à résoudre, il est nécessaire :

- D'assurer leur suivi.
- De leur attribuer un statut.

Le format BCF est approprié pour gérer ces sujets. Il associe des copies d'écran des sujets identifiés :

- Soit sous plusieurs angles.
- Soit à différentes dates pour visualiser l'avancement de leur résolution.

Le suivi de la résolution des sujets peut-être un bon indicateur d'avancement du projet, en réalisant des statistiques sur les statuts des sujets en cours ou traités.

L'approche tridimensionnelle introduit un métier nouveau dans le domaine des infrastructures : la coordination spatiale et la coordination temporelle. Il convient de s'inspirer des pratiques courantes dans le bâtiment et de faire appel aux compétences des spécialistes formés de cette discipline.

## 6. STRUCTURATION DES DONNEES, OUTILS, CONTENU DES ECHANGES

### 6.1. Introduction

<b>Maquette numérique</b>	<p>La maquette numérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrège les fichiers contenant les informations.</li> <li>• Assure la cohérence des données produites.</li> </ul> <p>Elle doit rester la référence unique et partagée de la majorité des informations du projet.</p>
<b>Référence unique des informations du projet</b>	
<b>Documents hors maquette</b>	<p>Il reste néanmoins des documents qui ne sont pas issus des maquettes. C'est pourquoi il est nécessaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'identifier clairement les livrables issus des maquettes.</li> <li>• De préciser l'ordre de priorité des documents en cas de doublons d'information.</li> </ul>
<b>Source et intégration des plans de dispositions constructives</b>	<p>Les plans détaillant les dispositions constructives sont issus des logiciels natifs de modélisation. Ces derniers sont intégrés à la maquette numérique.</p>
<b>Documents émis en phase de réalisation</b>	<p>En phase de réalisation, il est nécessaire de soumettre la livraison des plans d'exécution d'une zone au fait que la maquette est exempte de conflits et d'incohérences.</p> <p>Les documents issus directement de la maquette numérique sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les documents de phasages de construction.</li> <li>• Les dossiers d'exploitation sous chantier (DESC).</li> </ul>
<b>Dossiers d'Ouvrage Exécuté émis à la fin des travaux</b>	<p>En application de l'objectif d'exploitation maintenance, à la fin des travaux, les Dossiers d'Ouvrage Exécuté (DOE) sont émis sous la forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'une maquette numérique.</li> <li>• Ou d'une base de données capable de générer une maquette numérique.</li> </ul>

### 6.2. Décomposition du projet

**Ordre naturel d'ingénierie** L'ordre naturel d'ingénierie est le suivant :

Étape	Action	Décomposition
1.	Question d'un client.	Vision opérationnelle ou d'usage de l'infrastructure.
2.	Élaboration d'une réponse théorique.	Vision fonctionnelle apportée par le concepteur.
3.	Élaboration d'une réponse pratique.	Vision organique ou comment réaliser la fonction, apportée par le constructeur.

#### Élaboration itérative des trois décompositions

Il est nécessaire d'élaborer de façon itérative ces trois décompositions :

- Dans l'ordre naturel.
- Jusqu'à assurer la cohérence d'ensemble et la complétude.

À chaque palier, un approfondissement de la solution proposée.

## 6.2 Décomposition du projet

**Décomposition opérationnelle****Rôle et réalisation du maître d'ouvrage**

Le maître d'ouvrage (MOA) représente le client ou l'utilisateur final dans un projet d'infrastructure.

Il réalise l'infrastructure afin qu'elle soit exploitée ou opérée et entretenue. Il est aidé par des concepteurs et des constructeurs :

- Maîtrise d'œuvre.
- Architecte.
- Bureaux d'études.
- Entreprises.
- Entreprises spécialisées.
- Sous-traitants.
- Fournisseurs industriels.

**Vision opérationnelle**

#### ▼ Différentes visions de l'infrastructure entre le MOA et l'exploitant

Sans en avoir fait l'ingénierie, le MOA et l'exploitant ont leur vision propre de l'infrastructure :

- De la façon dont elle est opérée et entretenue.
- Des modalités de ses interactions avec tous les tiers ou tout son environnement (les systèmes externes).

#### ▼ Définition

Cette vision est appelée la vision opérationnelle. Elle décompose l'ouvrage en sous-ensembles ou sous-systèmes cohérents avec les usages attendus de l'infrastructure et de l'organisation qui l'opère et l'entretient.

#### ▼ Exemple de sous-ensembles

Une autoroute concédée possède les sous-ensembles suivants :

- Un échelon des opérations et des aires de services.
- Un échelon de travaux de maintenance.
- Un échelon pour les péages.
- Un système d'information.
- Un système de fourniture d'énergie.
- Un département des services généraux.
- Un département des relations publiques.
- Un département de l'environnement.

Pour une infrastructure quelque peu étendue. Il y a sans doute des échelons territoriaux intermédiaires pour quelques-uns de ces sous-systèmes.

**Exigences opérationnelles**

#### ▼ Réponses aux exigences opérationnelles

L'infrastructure décomposée doit, quelles que soient les solutions sélectionnées, répondre aux besoins :

- Du MOA.
- De tous les tiers, responsables de systèmes externes.
- De l'exploitant-mainteneur.

#### ▼ Exigences opérationnelles rassemblées dans le cahier des charges

Ces besoins ou exigences opérationnelles représentent le cahier des charges exprimé par le client (MOA et exploitant).

#### ▼ Exemple

Pour une infrastructure ferrée, les besoins sont les suivants :

- Tant de trains de telle capacité par jour et par sens.
- 99,999 % de disponibilité.
- Durabilité assurée pour 30 ans sans nécessiter de réparations de niveau supérieur à xx (valeur à définir).
- Pas de barrière au déplacement naturel des espèces de la biosphère.
- Pas de rejet sur les zones yy (zones à définir).

## 6.2 Décomposition du projet

**Décomposition fonctionnelle****Définition****Réponse abstraite à la vision opérationnelle**

C'est la décomposition abstraite (description) de l'infrastructure pour qu'elle rende les services attendus et respecte les contraintes ou besoins opérationnels imposés par les tiers. Des exigences fonctionnelles sont attachées à cette décomposition.

C'est la réponse abstraite apportée par le concepteur à la vision opérationnelle. Elle ne se confond pas et sa logique est différente, elle peut introduire des éléments qui n'étaient pas vus au niveau opérationnel.

Prévoir une fonction de fourniture autonome et décentralisée d'énergie peut être nécessaire. En effet, une fois la conception arrive parfois à un niveau de détail tel qu'une source d'énergie centralisée ne peut suffire seule. Ses raisons économiques de déploiement d'un réseau complet justifient ce choix.

**Exemple**

Les fonctions fréquentes dans la construction d'une autoroute par exemple peuvent être :

- Des voies pour supporter le trafic.
- Un axe de voie en profil et en vue en plan pour assurer le confort de conduite.
- Une fourniture d'énergie centralisée de puissance zz (valeur à définir).
- Une infrastructure de télécommunications pour relier tous les objets connectés et toutes les implantations.
- Une fonction de maintenance.
- Une fonction de passage au travers de l'infrastructure pour assurer la transparence écologique.

**Relations entre arborescences hiérarchiques fonctionnelles et opérationnelles**

Les arborescences hiérarchiques fonctionnelles et opérationnelles peuvent parfois :

- Se confondre dans certains cas simples.
- Être très différentes.

Ainsi, la fonction de drainage des eaux de ruissellement relève de l'échelon opérationnel d'exploitation ou de maintenance ou de l'environnement. Il est important de la voir de façon autonome et transversale. Cela permet d'être certain de son bon fonctionnement, quel que soit le moyen de réalisation utilisé (cf. décomposition organique ci-après).

## 6.2 Décomposition du projet

## Décomposition organique

### Définition

#### Relation entre la décomposition organique et la décomposition fonctionnelle

La décomposition organique est la traduction concrète de la décomposition fonctionnelle :

- La décomposition fonctionnelle détaille ce que l'infrastructure fait (quoi ?).
- La décomposition organique détaille les modalités de réalisation (comment ?).

#### Exemple

Il faut une voie suivant un profil théorique pour conduire le trafic routier. Cette voie est réalisée par une chaussée en enrobés suivant le même profil.

#### Découpage de la maquette

Cette organisation repose sur un découpage de la maquette :

- En sous-ensembles.
- Puis en composants.

Les composants sont constitués d'éléments puis d'objets selon une décomposition hiérarchique et si possible naturelle. Ils font sens :

- Opérationnellement et aux « hommes de l'art » — dans le sens descendant.
- D'intégration ou d'assemblage ou de paliers d'intégration dans le sens ascendant.

#### Difficulté

La difficulté est de trouver le bon équilibre entre le nombre d'éléments et leur capacité à couvrir tous les cas de figure. Il est nécessaire de se défaire des habitudes « graphiques » héritées de l'usage de logiciels 2D. En effet, leur organisation se limite à l'usage de calques et de blocs.

Si la combinaison d'informations géométriques, paramétriques et attributaires est portée par un logiciel performant, elle permet de couvrir de nombreux cas de figure à partir d'un élément.

#### Objet complexe

Un élément doit également exister dans sa version « objet complexe » puis être décomposé selon ses composants au fil des niveaux de développement. Il doit y avoir possibilité de définitions récursives.

#### Importance des métiers et spécialités

La décomposition « organique » est fortement empreinte des métiers et spécialités. Cette dernière doit être pensée en allotissement pour une division en BIM niveau 2 et des affectations de droits en BIM niveau 3. Les logiques « techniques » héritées des visions opérationnelles, ou fonctionnelles, ou de construction doivent primer sur les considérations d'allotissement ou contractuelles qui peuvent avoir d'autres présupposés.

#### Effort sur les systèmes externes

Un effort particulier doit être fait pour les éléments caractérisant les « systèmes externes » au sein desquels l'infrastructure doit se placer et que l'infrastructure impacte (ou qui est impactée par eux) tel que :

- Le terrain naturel et les existants.
- L'occupation des sols.
- La biosphère.
- Le parcellaire.
- Le réseau hydrographique.
- Etc.

#### Exemple

Dans l'exemple de décomposition proposée en annexe 03, le parti pris a été de considérer la notion « d'existant » (ou phasage) comme une information. En effet, il est nécessaire de penser dans le temps : cycle de vie = le projet terminé devient un existant.

## 6.2 Décomposition du projet | Décomposition organique

**Découpage du projet WBS**  
*Work breakdown structure*

Le projet WBS est découpé en deux parties. Ces deux découpages sont généralement utilisés par des catégories d'intervenants différents :

Découpage	Description	Intervenant concerné					
Découpage spatial	Découpage géographique basé sur des considérations spatiales :	Ce découpage est privilégié par les constructeurs. Ces derniers ont besoin de réaliser les travaux dans une zone géographique définie, dans un repère local spécifique à la zone concernée.					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Succession d'ouvrages d'art et de sections courantes entre deux ouvrages d'art.</li> </ul>						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Points topologiques.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Ligne de rupture.</td> <td rowspan="2">Limite de bassins versants.</td> </tr> <tr> <td>Littoral.</td> </tr> </table>	Ligne de rupture.	Limite de bassins versants.	Littoral.	
	Ligne de rupture.		Limite de bassins versants.				
Littoral.							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Points de limite de zone.</li> </ul>	<table border="1"> <tr> <td>Frontière.</td> <td>Région.</td> </tr> <tr> <td>Département.</td> <td>Commune.</td> </tr> </table>	Frontière.	Région.	Département.	Commune.		
Frontière.	Région.						
Département.	Commune.						
Découpage par système	Découpage fonctionnel basé sur des considérations liées au métier ou à la discipline :	Ce découpage est privilégié par les ingénieristes, dont les systèmes sont transverses à plusieurs zones spatiales, géoréférencés dans un système géodésique spécifique au projet. Le fil d'eau d'un système d'assainissement est garanti sur le tracé du réseau considéré.					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Éléments constitutifs du projet.</li> </ul>		<table border="1"> <tr> <td>Axe.</td> <td>Plateforme.</td> </tr> <tr> <td>Chaussée.</td> <td>Bassin.</td> </tr> </table>	Axe.	Plateforme.	Chaussée.	Bassin.
	Axe.		Plateforme.				
Chaussée.	Bassin.						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction des équipements.</li> </ul>	Drainage, assainissement, éclairage, dispositif de retenue, signalisation, réseaux divers, mobilier urbain, etc.						

**Géolocalisations et sous-systèmes de coordonnées**

Nous vous présentons dans cette partie une approche théorique et une approche pratique des géolocalisations et sous-systèmes de coordonnées.

**Approche théorique**

Nous vous présentons dans le tableau ci-dessous l'approche théorique.

Approche théorique			
Le constat	Chaque logiciel, au même titre qu'un appareil de mesure dispose d'un référentiel et des caractéristiques qui lui sont propres.	Origine.	Précision.
		Étendue.	Etc.
Le besoin	Chaque projet est conditionné par son environnement, son étendue et ses caractéristiques de mise en œuvre. Il doit être défini dans un référentiel commun et adapté à ses caractéristiques.		
	Le référentiel commun doit être exprimé dans des coordonnées qu'il est possible de localiser dans la réalité du terrain.		
	Le modèle numérique exprimé nativement dans son propre système de coordonnées doit pouvoir être exprimé dans le référentiel commun et donc exprimé dans la réalité.		
La solution	Pour conserver les performances et la précision nécessaires au sous-ensemble d'un projet, il est nécessaire de conserver des sous-systèmes de coordonnées rattachés au référentiel commun.		
	La géolocalisation ou géoréférencement = rattachement du référentiel commun à un système cartographique (projection plane) ou sphérique.		
La problématique	La capacité d'un logiciel ou d'un appareil de mesure à géolocaliser ou géoréférencer est la capacité à exprimer les coordonnées de chaque point dans ce référentiel tout en les conservant dans son sous-système sans dégrader sa précision.		
	La déformée de la terre, ou rotondité, induit une erreur de mesure entre la projection plane et la réalité. Par exemple :		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un tunnel d'altitude constante n'est pas un cylindre, mais un quadrant de tore et la longueur de la génératrice supérieure est plus importante que la génératrice inférieure.</li> <li>Les pylônes d'un viaduc ne sont pas parallèles.</li> </ul>		



Approche théorique			
Le constat	Chaque logiciel, au même titre qu'un appareil de mesure dispose d'un référentiel et des caractéristiques qui lui sont propres.	Origine.	Précision.
		Étendue.	Etc.
	Chaque projet est conditionné par son environnement, son étendue et ses caractéristiques de mise en œuvre. Il doit être défini dans un référentiel commun et adapté à ses caractéristiques.		
	Figure 13 : déformée entre projection plane et réalité		

Les mesures à prendre sont donc les suivantes :

- Corriger par calcul les mesures prises dans un référentiel cartésien. Pour les éléments dont la mise en œuvre ne prévoit pas de jeu de réglages ou de rattrapage. À défaut, il peut être préférable de modéliser la réalité y compris la rotondité. Cependant dans ce cas le modèle obtenu ne peut pas être coordonné avec les modèles projetés plans/cubes.
- Appliquer les règles de l'art lors de la géolocalisation sur le terrain.
- Faire apparaître dans les modèles des points caractéristiques de rattachement dont les coordonnées sont maîtrisées. Cela permet de procéder aux contrôles de cohérence.

Se référer à fiche [T3 du CERTU](#) concernant le géo-référencement et RGF93.

#### Approche pratique

Nous vous présentons ci-dessous l'approche pratique du sous-système de coordonnées.

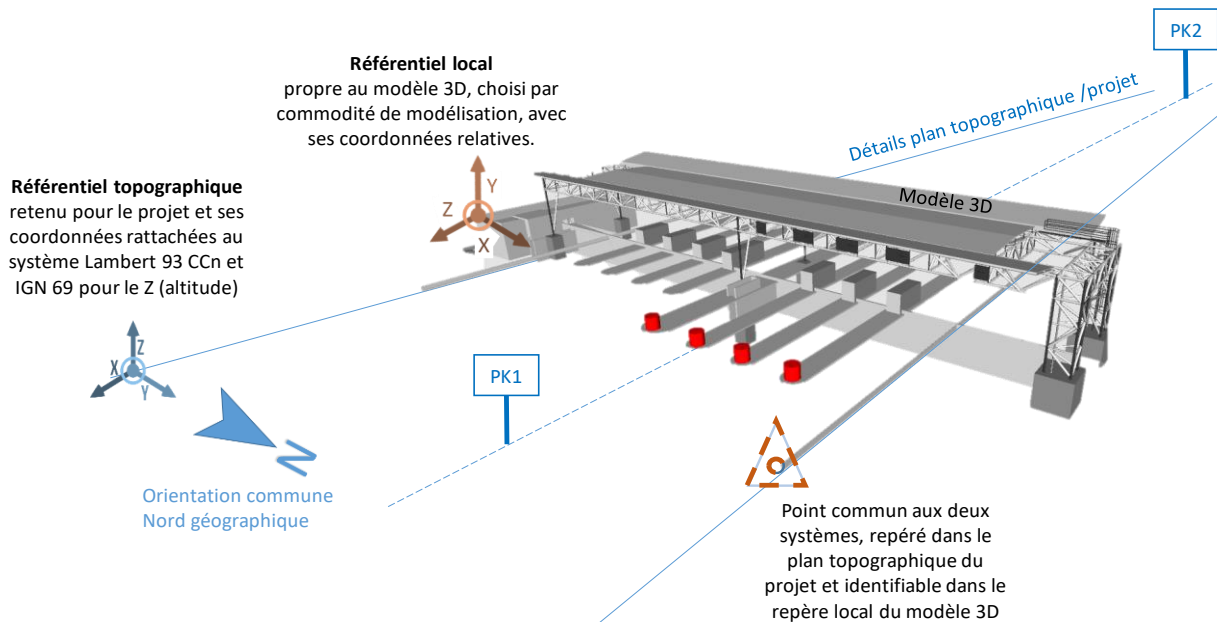


Figure 14 : représentation des systèmes de coordonnées

6.2 Décomposition du projet | Géolocalisations et sous-systèmes de coordonnées

Nous vous présentons ci-dessous le référentiel cartographique :

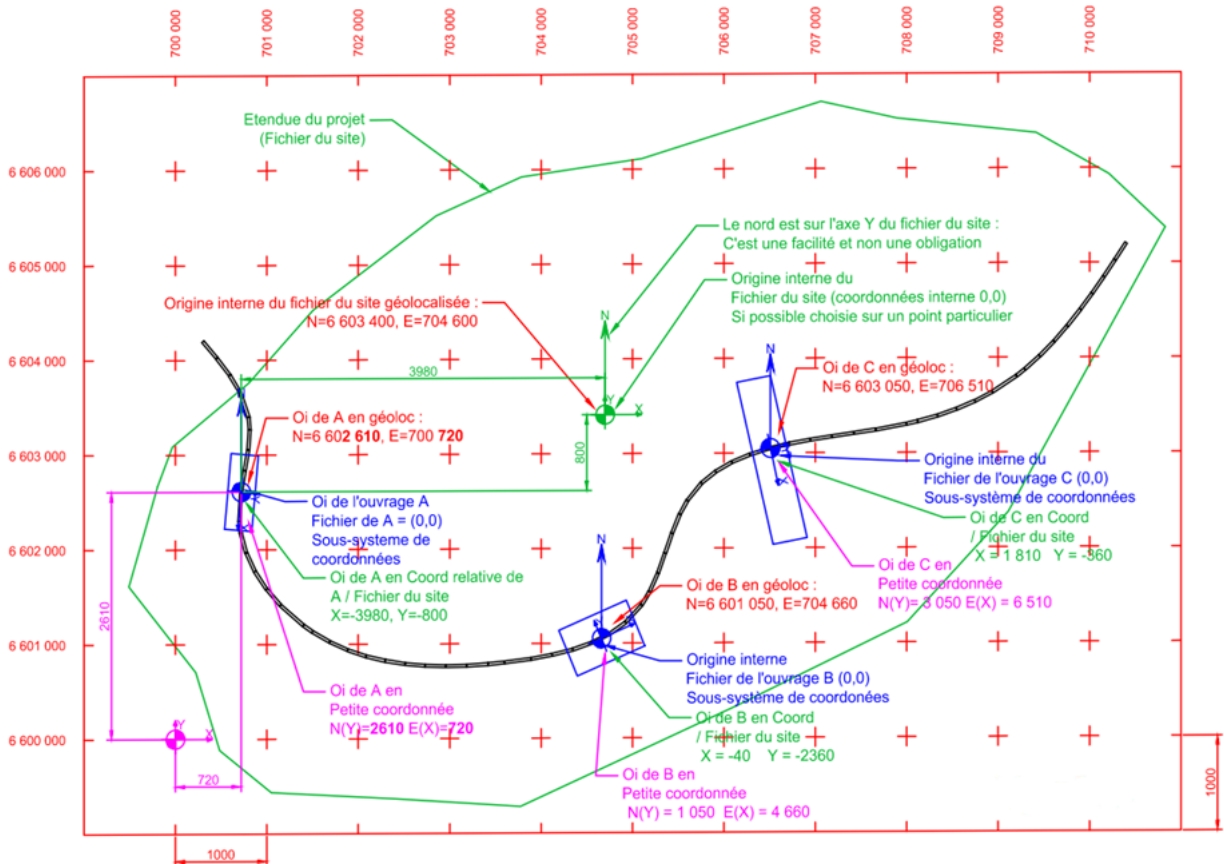


Figure 15 : référentiel cartographique

■ Légende du schéma

<b>En vert</b>	Référentiel propre au fichier du site, choisi par commodité de modélisation, et ses coordonnées relatives.
<b>En rouge</b>	Référentiel cartographique normalisé retenu pour le projet et ses coordonnées associées.
<b>En bleu</b>	Ouvrages et leur propre référentiel (origine du fichier de l'ouvrage = sous-système de coordonnées).

## 6.2 Décomposition du projet | Géolocalisations et sous-systèmes de coordonnées

Approche pratique				
En application	Le fichier de référence du site est géolocalisé à partir du référentiel cartographique.			
	Les ouvrages A, B ou C conçus dans leur propre système sont implantés en position et rotation dans le site. Ils sont dits géoréférencés ou géolocalisés quand ils sont capables de renvoyer, dans leur propre fichier, les coordonnées de leurs composants exprimées dans le référentiel cartographique sans avoir recours à une modification de géométrie ou déplacement. Par conséquent, un fichier géolocalisé dispose à minima de deux systèmes de coordonnées.			
	Les ouvrages A, B ou C peuvent selon la méthode retenue être géolocalisés soit :			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Par l'application du référentiel cartographique.</li> <li>• Par transfert de coordonnées.</li> </ul>			
	Il est aussi possible d'exprimer par calcul les coordonnées géolocalisées de fichiers issus de logiciels incapables de géolocaliser en appliquant une équation de transformation (translation et rotation).			
Variante de simplification	Cette équation utilise les coordonnées relatives entre fichiers du site, référentiel cartographique et origine de l'ouvrage ainsi que l'angle entre son axe « Y » et le nord du référentiel.			
	Dans la mesure où l'étendue du site ne pose pas de problème avec la capacité de modélisation (limites de coordonnées) du logiciel de modélisation il est recommandé d'utiliser la méthode de la « petite coordonnée » ou « coordonnée tronquée ».			
	Cela signifie choisir l'origine du fichier de site sur les plus petites abscisse et ordonnée du référentiel cartographique afin de n'exprimer que les valeurs significatives.			
	Par exemple :			
	<table border="1"> <tr> <td>Origine interne (Oi) de A en coordonnées géolocalisées</td> <td>N=6 602 610, E=700 720</td> </tr> <tr> <td>Origine interne (Oi) de A en petites coordonnées</td> <td>N (Y) =2610 E (X) =720</td> </tr> </table>	Origine interne (Oi) de A en coordonnées géolocalisées	N=6 602 610, E=700 720	Origine interne (Oi) de A en petites coordonnées
Origine interne (Oi) de A en coordonnées géolocalisées	N=6 602 610, E=700 720			
Origine interne (Oi) de A en petites coordonnées	N (Y) =2610 E (X) =720			
Altimétrie	Le raisonnement pour la gestion altimétrique est semblable :			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le fichier du site est calé sur le référentiel retenu pour le projet (NGF, NVP, etc.)</li> <li>• Chaque ouvrage est calé avec son N=0 sur un niveau de référence significatif (Rez-de-chaussée, Quai, etc.)</li> <li>• L'implantation altimétrique de l'ouvrage dans le fichier du site permet de connaître l'équation de calage altimétrique exprimé dans le référentiel de niveau.</li> </ul>			

### Charte de nommage et système de codification

En application dans la maquette/ accès aux objets

#### Avantage de l'utilisation charte de nommage et système de codification

Il est primordial d'utiliser une charte de nommage ou un système de codification homogène pour les contributeurs aux données de la maquette. Cela permet :

- D'assurer l'intégration des données dans la maquette globale.
- De jouer des scénarios entre objets :
  - Mise en évidence.
  - Détections de conflits.
  - Simulations 4D.

#### Éléments concernés par la convention

Cette convention s'applique, aux fichiers, objets et propriétés des objets.

De plus en plus souvent, le maître d'ouvrage ou l'exploitant précise une classification des familles d'objets (systèmes), pour alimenter les outils de GMAO. Cela s'appelle la classification des équipements pour leur maintenance.

Ces familles d'objets sont complétées d'une liste de métadonnées à associer à chaque objet.

#### Règles de nommages

Si cette classification n'existe pas, il est primordial de la créer. Elle est partagée avec les contributeurs au projet. La liste des objets et de leurs propriétés (attributs) doit suivre des règles élémentaires de nommage. Ces dernières découlent des principes exposés ci-avant pour les trois types de décomposition.

## 6.2 Décomposition du projet | Charte de nommage et système de codification

### ▲ Avertissement et recommandations sur la terminologie et les caractères utilisés pour le nommage

Attention, de nombreuses règles de nommages sont inhérentes aux logiciels utilisés.

La « localisation » linguistique des logiciels c'est-à-dire la traduction des menus et des objets manipulés entraîne parfois des divergences de terminologie. Un voile peut être appelé « Voile » ou « Mur » en français, alors qu'il s'appelle « Wall » en anglais. L'agrégation de modèles issus de logiciels identiques, mais utilisés dans des pays différents, peut donc conduire à des incohérences.

Les caractères diacritiques comportent des signes spécifiques comme les accents, les cédilles. Ils sont parfois mal gérés lors d'échange ou de dépôts sur des plateformes collaboratives internationales. Il est donc préférable :

- De bannir ces caractères pour le nommage des fichiers ou des objets utilisés.
- D'être très précautionneux sur les prescriptions d'encodage<sup>2</sup> pour tous les outils logiciels utilisés.

Nous vous recommandons de procéder comme suit :

- Si le projet est 100 % français, utiliser des sémantiques en français sinon utiliser l'anglais.
- Privilégier l'usage d'une classification standard (Uniformat, Omniclass, etc.)
- Dans tous les cas, aucun caractère diacritique (caractères accentués, cédilles, etc.) pour éviter les erreurs dans les logiciels édités hors de France et les plateformes collaboratives internationales.
- Pas de caractère blanc : préférer le signe « souligné » pour séparer deux mots.

Si cela est possible, utiliser des listes « fermées » de mots pour éviter les erreurs de saisie. Sélection dans une liste figée ou que seul un administrateur peut compléter.

### ▲ Éléments de validation des fichiers

La validation des fichiers d'un projet est basée sur une validation de documents et de plans 2D issus ou non de modèles 3D.

### ▲ Principes fondamentaux de la GED

Le processus de validation des documents est généralement basé sur l'utilisation d'une plateforme collaborative appelée GED (Gestion Électronique de Documents). Les principes fondamentaux de la GED sont :

- La charte de nommage des documents et des plans.
- Les flux de validation.
- La traçabilité des actions (livraison, validation, etc.).

### ▲ Cohérence du nommage

Le nommage des modèles numériques et des objets 3D qui les composent sont cohérents avec le nommage des fichiers en GED. En effet, une maquette numérique est l'agrégation de multiples fichiers déposés en GED. Cela permet d'obtenir :

- Une mise à jour régulière, voire automatique, de la maquette globale dès la livraison d'un nouvel indice d'une sous-partie du projet.
- Une identification au sein de la maquette de la provenance des objets, et donc de leurs statuts de maturité ou de leurs responsables.

Pour  
la compatibilité GED

<sup>2</sup> Spécifie le jeu de caractères utilisé : ANSI, ASCII, UTF-8, UTF-16, etc.

## 6.3. Niveaux de développement

<p><b>Constat</b></p> <p><b>Composition</b></p> <p><b>Difficulté de mise en application</b></p>	<p>Le niveau de développement LODt est composé de :</p> <table border="1" data-bbox="523 405 1222 495"> <tr> <td><b>LOD</b></td> <td>Niveau de détail, orienté géométrie.</td> </tr> <tr> <td><b>LOI</b></td> <td>Niveau d'information, orienté propriétés définissant l'objet.</td> </tr> </table> <p>La mise en application de ce niveau de développement est difficile sur un projet d'infrastructure. Il est préférable d'utiliser la notion de LOIN (Level Of Information Need ou Niveau de besoin d'information) définie dans la norme ISO 19650.</p>	<b>LOD</b>	Niveau de détail, orienté géométrie.	<b>LOI</b>	Niveau d'information, orienté propriétés définissant l'objet.		
<b>LOD</b>	Niveau de détail, orienté géométrie.						
<b>LOI</b>	Niveau d'information, orienté propriétés définissant l'objet.						
<p><b>Besoin</b></p> <p><b>Niveau de définition d'objet</b></p> <p><b>Traitement du système fonctionnel</b></p> <p><b>Processus systématique de raffinement</b></p>	<p>Le niveau de définition des objets d'un système fonctionnel augmente avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La maturité des simulations.</li> <li>• Les diverses optimisations.</li> <li>• La connaissance de l'environnement dans lequel les objets s'insèrent.</li> </ul> <p>Un système fonctionnel répond à une exigence. Il se traite d'abord dans sa globalité, puis il définit les composants élémentaires. Enfin, il spécifie :</p> <table border="1" data-bbox="523 972 1425 1160"> <thead> <tr> <th>Cas</th> <th>Spécification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Un objet manufacturé</td> <td>La localisation exacte, la marque et le modèle pour le commander, le mettre en œuvre au sein d'un système, puis assurer sa maintenance.</td> </tr> <tr> <td>Un objet réalisé en place</td> <td>La localisation, la géométrie, la composition, les caractéristiques techniques, etc.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ce raffinement au fur et à mesure de la gestation d'un projet est un processus systématique. Il passe par plusieurs phases de développement. Il permet de passer de l'enveloppe globale et de ses exigences à l'objet élémentaire.</p>	Cas	Spécification	Un objet manufacturé	La localisation exacte, la marque et le modèle pour le commander, le mettre en œuvre au sein d'un système, puis assurer sa maintenance.	Un objet réalisé en place	La localisation, la géométrie, la composition, les caractéristiques techniques, etc.
Cas	Spécification						
Un objet manufacturé	La localisation exacte, la marque et le modèle pour le commander, le mettre en œuvre au sein d'un système, puis assurer sa maintenance.						
Un objet réalisé en place	La localisation, la géométrie, la composition, les caractéristiques techniques, etc.						

## 6.3 | Besoin

**Niveau de maturité  
hétérogène des études**
**Exemples**

Le niveau de maturité des systèmes décrits est souvent hétérogène :

- À un instant donné.
- En fonction de l'avancement des disciplines mobilisées sur un projet.
- Si on compare le « système à faire », l'ouvrage à réaliser, et le « système pour faire », les ressources projet servant à la réalisation du système à faire.

Nous vous présentons ci-dessous deux exemples d'études avec un niveau de maturité hétérogène.

**Exemple en phase EXE Construction du projet**

Le niveau de développement LODt de certains équipements est élevé, voire maximal. En effet, il s'agit de la mise en œuvre de produits manufacturés parfaitement connus, mis en place en une localisation précise. Alors que les équipements servant à leur mise en œuvre (outils de manutention) peuvent se résumer à des informations sommaires (enveloppe des outils fermés ou déployés, poids, caractéristiques techniques, points d'accrochage, centre de gravité...), donc avec un LODt extrêmement faible.

**Exemple concernant l'alignement d'un projet linéaire**

Dès la fin de la phase PRO études de projet, les axes de référence d'un tracé linéaire sont définis et figés. Le LODt de cet alignement est alors à son niveau le plus haut. Au même moment, le niveau d'avancement de la signalisation horizontale ou verticale est assez sommaire, basé sur des profils en travers types. Par ailleurs, il est important d'utiliser dans cette phase des schémas ou des enveloppes et non pas les panneaux définitifs par eux-mêmes. **Cela peut induire** une interprétation erronée du niveau de développement de la signalisation. En effet, même si le type de panneau est connu, son implantation « approximative » pourrait paraître comme figée et définitive. Alors que les études EXE n'ont pas encore été réalisées et l'implantation exacte des panneaux n'est finalisée qu'en phase EXE. Donc, le niveau LODt de la signalisation est faible par rapport au niveau LODt des axes de référence.

**Intérêt des LODt**
**Définition  
des engagements  
des partenaires**
**Estimation  
des ressources  
par le bureau d'études**

La notion de LODt est intéressante pour définir les engagements des partenaires contributeurs à :

- La maquette globale.
- La base de données associée.

À partir de cette indication, un bureau d'étude estime les ressources à mettre en œuvre pour atteindre le niveau LODt demandé, dans une échéance précisée. Cela permet d'estimer les outils et les ressources nécessaires. Cela permet de chiffrer :

- Le coût de la prestation pour réaliser les livrables de modélisation et de définition des informations associées.
- Les coûts de transmission des données.

## 6.4. Outils de collaboration

<p><b>Principes</b></p> <p><b>Premier principe</b></p> <p><b>Deuxième principe</b></p>	<p>Le premier principe des outils de collaboration est de créer un référentiel central communicant et commun aux acteurs du projet.</p> <p>Dans l'objectif d'atteindre un BIM de niveau 3, il est important de privilégier des gestionnaires de base de données :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capables d'indexer les objets.</li> <li>• Orientés produit, par opposition au gestionnaire de documents.</li> </ul> <p>Cependant par facilité, en l'état actuel des pratiques, les outils de collaboration mis en œuvre sont les gestionnaires électroniques de documents GED.</p> <p>Le deuxième principe est d'assurer l'interopérabilité des logiciels et matériels mis en œuvre. Pour les acteurs du projet, l'utilisation de l'outil de visualisation est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universel.</li> <li>• Gratuit si possible pour favoriser son utilisation.</li> </ul>
<p><b>Architecture de la plateforme</b></p> <p><b>Impact</b></p> <p><b>Grandes familles d'offres</b></p> <p><b>Arbitrage</b></p> <p><b>Limites des outils de collaborations</b></p> <p><b>Description des fonctionnalités</b></p>	<p>L'existence de fichiers spécifiques (Natifs 3D, au format IFC ou dans des formats d'agrégation) et la relation « Maquette - livrables – objets » impactent les fonctionnalités des GED conventionnelles.</p> <p>Il existe actuellement des offres de plusieurs natures avec différentes fonctionnalités qui ne sont malheureusement jamais communes.</p> <p>Bien qu'il soit difficile d'être exhaustif, il est possible de les classer en grandes familles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de données orientée objet (très peu répandues à ce jour)<sup>3</sup>.</li> <li>• Les GED avec option BIM en IFC ou multi formats :       <ul style="list-style-type: none"> <li>– Celles qui indexent les objets.</li> <li>– Celles qui n'indexent pas les objets.</li> </ul> </li> <li>• Les serveurs de fichiers avec visualisation.</li> <li>• Les applications qui transforment les fichiers natifs en modèles 3D visualisation sur différents terminaux.</li> <li>• Les applications de gestion spécialisée comme pour le BCF par exemple.</li> </ul> <p>À l'issue de consultations, selon les classes budgétaires, un arbitrage est nécessaire entre GED-BIM ou GED + Outils spécialisés BIM. Cet arbitrage est pondéré selon :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les objectifs BIM.</li> <li>• La capacité à transférer le référentiel créé par l'outil vers l'exploitation souhaitée par le client (Extranet/intranet).</li> </ul> <p>D'une manière générale, les outils de collaborations ne sont pas conçus pour supporter les productions propres à chaque intervenant. Il convient donc de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter la responsabilité de la plateforme aux données et métadonnées relatives aux échanges, workflows et aux liens interdocuments.</li> <li>• Rappeler que chaque intervenant reste responsable de la sauvegarde et de l'archivage de ses données.</li> </ul> <p>Dans les chapitres suivants, nous décrivons les principales fonctionnalités à comprendre et à arbitrer pour le choix d'outils ou plateforme de collaboration.</p>

<sup>3</sup> Par exemple : ShareAspace de EUROSTEP, EPM Technology de JOTNE, OpenBIM Server de TNO

## 6.4 Outils de collaboration

**Accès à la plateforme, type de client** Il existe plusieurs façons de communiquer avec une plateforme :

Type	Description	Avantage	Inconvénient
<b>Le navigateur internet.</b>	L'interface de la plateforme se présente sous la forme d'un site internet.	La compatibilité avec le terminal de l'utilisateur est assurée par le navigateur.	Ergonomie et interactions limitées.
<b>Le client lourd ou application spécifique.</b>	La plateforme est accessible par une application ou client installé.	Le client est écrit pour le système d'exploitation. L'ergonomie et les capacités d'interaction entre serveur et client sont donc excellentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cette solution nécessite un déploiement ou une installation préalable.</li> <li>Cette solution est dépendante des systèmes d'exploitation.</li> <li>Le client peut faire l'objet d'une licence payante.</li> </ul>
<b>Les plugins ou drivers.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La plateforme est accessible directement depuis certains logiciels.</li> <li>Le plugin existe généralement pour des fonctions spécifiques d'optimisation de fonctions évoluées.</li> </ul>	Une plus grande productivité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'installation et le déploiement sont dépendants : <ul style="list-style-type: none"> <li>Du système d'exploitation.</li> <li>Des versions des logiciels.</li> </ul> </li> </ul>

**Arbitrage dépendant de la collaboration et de la performance**

L'arbitrage sur le type de logiciel client dépend de la priorité souhaitée entre :

- Une collaboration la plus large possible : navigateur internet.
- La performance dans les processus automatisés : plugin.

**Méthode d'organisation des droits** La notion de systèmes de droits est très variable selon les éditeurs. Il est possible de les classer en 3 catégories :

Catégorie	Description	Avantage	Inconvénient
<b>Cercle de confiance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Généralement utilisé par les outils de type « drives » :</li> <li>Partager = autoriser la lecture d'un fichier ou d'un dossier.</li> <li>Collaborer = autoriser la modification.</li> </ul>	Simple à mettre en œuvre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difficile à maintenir.</li> <li>N'est pas conçu pour partager entre groupes d'intervenants.</li> </ul>
<b>Répertoire ou dossier et ses héritages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cette méthode est inspirée des systèmes de droits des serveurs de fichiers.</li> <li>Les utilisateurs sont positionnés dans des groupes.</li> <li>Les groupes sont autorisés sur des dossiers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite de l'administration, mais reste assez simple.</li> <li>Résultat assez stable.</li> <li>Facilement récursif en sous-dossier.</li> <li>Propagation facile des droits pour les utilisateurs ajoutés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les états de visibilité sont indépendants d'un statut. Le changement de visibilité impose généralement le déplacement du fichier dans un autre dossier (méthode du « sas »).</li> </ul>
<b>Affectation dynamique de droits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cette méthode utilise : <ul style="list-style-type: none"> <li>Les bases de données.</li> <li>Les workflows.</li> </ul> </li> <li>Elle repose : <ul style="list-style-type: none"> <li>Sur un héritage de droit.</li> <li>Puis sur la capacité de modifier à la volée le droit pour n'importe quel utilisateur.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hautement paramétrable, il est possible de répondre à tous les cas d'usage.</li> <li>Le changement de visibilité peut être issu du workflow.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite une administration avancée.</li> <li>Généralement disponible que sur les GED orientées documents ou à l'index indépendant du fichier.</li> </ul>



## 6.4 Outils de collaboration

**Fonctionnalités de gestion des fichiers ou documents**
**Mode d'indexation**

La stratégie d'indexation est un élément fondamental de l'architecture d'une base de données relationnelle. Bien comprendre la stratégie retenue par le développeur permet de se fonder une opinion sur la souplesse de l'outil.

Le problème principal d'une plateforme à vocation de gestion documentaire est de maintenir une synchronisation entre des tables (reliées) et des fichiers. Il existe de nombreuses possibilités. La plupart des outils optent pour une stratégie par fichier ou par document :

Stratégie	Description	Avantage	Inconvénients
Par fichier	L'indexation débute au dépôt d'un fichier. Des métadonnées y sont greffées le cas échéant.	Processus simple puisqu'il suffit de démarrer par un dépôt.	Les actions de modification conditionnelles sont complexes à mettre en œuvre et n'existent alors pas. Des listes prévisionnelles peuvent être mises en place.
Par document	L'indexation débute à la création d'un document. Ce dernier sert de conteneur.	Le conteneur n'est pas dépendant d'un fichier. Le conteneur peut comporter plusieurs fichiers. Le conteneur peut être assorti de statut qui régit le droit de supprimer ou modifier un fichier. Il est possible de créer en prévisionnel.	Il faut d'abord créer le document avant de pouvoir déposer un fichier. Les possibilités sont nombreuses. Ce type de plateforme semble donc complexe pour les utilisateurs.

**Propriétés à considérer pour le choix d'une plateforme**

Les propriétés les plus intéressantes à considérer lors du choix d'une plateforme sont :

- La capacité à gérer une clé<sup>4</sup> libre ou un identifiant unique est un gage de souplesse. Cela permet de ne pas dépendre d'un nom de fichier ou d'une codification évoluant au cours du projet dépendant d'une erreur de l'utilisateur.
- La capacité d'ajouter des données et métadonnées aux fichiers/documents/clés.
- La gestion des métadonnées peut être adaptée par familles de fichiers/documents/clés.
- La capacité à indexer tout type d'informations dont notamment les objets constituant les maquettes.
- La capacité à créer des liens entre les indexes de type fichier, document, objets ou tâches.

<sup>4</sup> La clé est le champ d'un enregistrement dans une base de données relationnelles pour mettre en relations les diverses tables de la base de données.

## 6.4 Outils de collaboration | Fonctionnalités de gestion des fichiers ou documents

**Versions,  
révision et statut**

Trois typologies sont combinées dans une plateforme évoluée :

Typologie	Description
La version	Processus élémentaire de sauvegarde totale ou partielle (incrémental) de modifications sur la plateforme en cas : <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'enregistrement : sauvegarde ou synchronisation.</li> <li>• De dépôts : Upload.</li> </ul>
	La version est un numéro incrémental ou un horodatage. Les métadonnées sont limitées à qui et quand.
	Les droits de versions sont généralement alignés sur les droits d'écriture sur la plateforme.
La révision	Action volontaire de spécification de l'état d'avancement d'un document vis-à-vis du cycle d'études.
	C'est une action maîtrisée exécutée par une commande (un bouton).
	Aux métadonnées « qui et quand » s'ajoute à minima un champ de commentaire. Ce dernier précise l'objet de la révision.
	La révision provoque un processus de validation, ou inversement peut-être conditionnée par l'achèvement du processus de validation de la version en cours.
Le statut	Les droits de révision sont paramétrés selon de nombreux facteurs dépendant de l'organisation de projet.
	Information temporaire qui renseigne l'état d'usage d'un document ou d'un fichier dans sa révision. Il est impératif en cas de processus de validation.
	Exemple de statuts les plus courants : en attente de validation, validé, périmé ou obsolète, annulé, etc.
	Le statut est généralement géré par les processus. Il doit être accessible à l'administrateur pour gérer certains documents par forçage de la valeur.
	Le statut filtre les vues et listes de documents. Exemple : les documents en attente de validation.
	Le fournisseur documente pour l'administrateur les méthodes de modification de ces 3 typologies.

**Téléchargement,  
synchronisation  
et publications**
**▼ Droit de téléchargement**

Les droits de téléchargement sont associés aux droits de visualiser un fichier ou un document.

**▼ Publication et confidentialité**

La publication est une fonction assez récente. Elle permet d'envoyer un lien vers un document ou un fichier à une personne non inscrite sur la plateforme. Pour assurer un niveau de confidentialité suffisant, les privilèges de publication doivent être :

- Paramétrables.
- Au moins réservé à des profils spécifiques.

**▼ Variante : visualisation du fichier de la maquette sans téléchargement**

Une variante rare, mais intéressante en BIM est la capacité de la plateforme à autoriser la visualisation sans permettre le téléchargement du fichier de la maquette.

## 6.4 Outils de collaboration

Outils intégrés  
à la plateforme

## Visualisation

L'un des principaux outils associés aux plateformes BIM est le visualiseur de modèle BIM (Viewer). L'atout majeur d'un Viewer est de donner facilement accès au modèle aux utilisateurs connectés sans logiciel spécifique installé.

Il existe deux catégories de Viewer :

Viewer	Format
Limités aux IFC.	OpenBIM.
Nécessitant une conversion préalable gratuite ou payante.	Formats propriétaires.

Par conséquent, le choix de la plateforme et de son modèle économique impacte fortement le cahier des charges BIM. Il est impossible de mettre en place un cahier des charges BIM sans avoir opté pour :

- Une solution de stockage (serveur ou plateforme).
- Un viewer.
- Les formats de fichiers associés.

Processus : circuit de  
validation et circuits  
d'information (BCF)

La capacité d'une plateforme de gérer des processus associés au fichier ou document est toujours un point fort. Le processus le plus connu est le circuit de validation. Il doit être totalement paramétrable pour répondre à l'organisation propre au projet en cours.

Le processus lié au BIM et au modèle 3D est la vignette d'information associée à des vues ou des objets. Ce processus est associé au format BCF.

Moins connu, encore rare et pourtant nécessaire à l'exploitation-maintenance, est le processus qui permet :

- D'ajouter de l'information aux objets.
- De créer une interactivité maîtrisée avec la maquette sans pour autant devoir modifier les fichiers natifs qui la constituent.

Production  
synchrone et coédition

#### Deux niveaux de collaboration

On distingue deux niveaux de collaboration :

- La collaboration **asynchrone** entre intervenants associés à un projet par des contrats. Cette collaboration a pour principal objectif de partager des fichiers et des documents à des échéances connues. Cette collaboration est assurée par la plupart des logiciels et se contente d'une journalisation de traçabilité. Elle permet de mettre en place un BIM Niveau 2.
- En cas de mise en place d'un BIM Niveau 3 ou de la gestion de la production au sein d'une entité, il est nécessaire de mettre en place des outils de collaboration **synchrone ou « temps réel »**. Dans ce cas, il est impossible de se dissocier du logiciel de production, car la plateforme doit intégrer parfaitement les mécanismes propres au logiciel. Le choix d'un tel outil impacte les méthodes de production des modèles BIM.

#### Alternative

Une alternative existe : ce sont les plateformes pseudo-synchrones. Des outils augmentent le niveau de collaboration par des mécanismes de verrouillage de fichiers en cours d'édition. Ces plateformes ne permettent pas la coédition. Elles gèrent correctement les éditions successives dans un indice. Ces solutions permettent dans certains cas d'assurer le lien entre maquettes et livrables associés.

## 6.4 Outils de collaboration

**Informations sur l'activité, rapports et alertes**
**Paradoxe de l'utilisateur**
**Hiérarchisation des fonctionnalités de la plateforme**

La plupart des utilisateurs souhaitent être informés en temps réel, mais ne veulent pas être inondés de courriels, d'alertes, etc. Voilà le paradoxe de toute numérisation.

Une qualité essentielle à rechercher dans les outils est donc la capacité à structurer et optimiser les informations aux utilisateurs. La plateforme doit hiérarchiser les fonctionnalités suivantes dans l'ordre suivant :

1. Journal d'activité (historisation automatique).
2. Alerte groupée journalière (au lieu d'alertes unitaires).
3. États de synthèses paramétrables (document/fichier et workflows).
4. Filtrage de l'information selon les droits.

**Cycle de vie de la plateforme**
**Phase 1 : mise en œuvre et déploiement**

Tous les points traités précédemment concernent la phase opérationnelle d'une plateforme. Il est nécessaire d'ajouter les contraintes temporelles et la pérennité des données.

La première phase est la mise en œuvre et le déploiement. Il est nécessaire que le fournisseur précise les contraintes suivantes :

- Flexibilité et durées de paramétrage.
- Modalité d'ouverture des comptes.
- Niveau minimum de formation (présentiel, e-learning, etc.) et modalités financières.

**Phase 2 : exploitation active**

Pour la **phase d'exploitation active**, il est impératif de comprendre et maîtriser les éléments clés suivants :

- Modèle économique en cas de dépassement des prévisions (nombre d'utilisateurs, espace alloué).
- Modalités de gestion (sauvegarde) des données et métadonnées en cas de panne, d'erreur système ou de mauvaise manipulation.
- Assistance technique disponible et les capacités d'évolutions possibles de la solution choisie.

**Phase 3 : conservation**

Pour ce qui concerne la phase de conservation en fin de projet (phase trop souvent négligée à l'heure actuelle) :

- Modalités de transfert sans pertes vers une autre exploitation (système, métadonnées et données).
- Stratégie de veille technologique sur les outils pour assurer la lisibilité des données et fichiers dans le temps (plusieurs dizaines d'années) et l'utilisation future des données, ou tout au moins leur réutilisation.
- Possibilités de conversions ou de connexions vers d'autres systèmes.

## 6.4 Outils de collaboration

## Sécurité et propriété des données

## Propriété de la donnée

Au-delà des aspects fonctionnels dépendants de la technologie de la plateforme tels que les droits d'accès, les protocoles de sécurité informatique et les méthodes de sauvegardes des données, il est indispensable de prendre en compte les contraintes suivantes :

▼ **Confrontation des contraintes aux spécifications de la solution technologique**

La notion de propriété de la donnée est régie par des contraintes de plusieurs natures : droits d'auteur, de propriétés intellectuelles, de brevet et privées.

Il faut confronter ces contraintes aux spécifications de la solution technologique retenue pour la stocker.

▼ **Choix de la plateforme**

Concernant le choix d'une plateforme, il est primordial de s'intéresser aux droits du conteneur de la donnée. Notamment en cas d'usage d'un cloud (public/privé) des conditions contractuelles associées. Il faut vérifier l'usage de la donnée que pourrait faire l'hébergeur, relativement aux métadonnées associées en termes d'activités et d'usages.

▼ **Application du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD)**

En application du Règlement Général sur la Protection des Données ou RGPD, il est nécessaire de distinguer les données des utilisateurs de la plateforme. Ces dernières pourraient être considérées comme personnelles.

▼ **Directive Inspire**

Il faut également prévoir, inversement, de partager publiquement les données entrant dans le cadre de la directive Inspire qui vise à faciliter :

- la diffusion,
- la disponibilité,
- l'utilisation,
- et la réutilisation,

de l'information géographique et environnementale en France.

Le cas échéant, nous vous invitons à consulter le livrable MINnD du Thème 4 qui traite des aspects contractuels.

## Localisation de la donnée

▼ **Définition**

La localisation de la donnée désigne la localisation physique du ou des serveurs qui stockent ou traitent les données. Cette notion est simple dans le cas de l'hébergement sur une machine physique ou virtuelle dans un ou plusieurs datacenters. Elle peut devenir plus complexe à établir dans le cas d'une infrastructure dite « cloud » ou « cloud hybride ». Cette dernière peut recourir à plusieurs plateformes de services. Cette notion de localisation, dont dépend souvent le droit applicable, est à établir pour :

- Les données et métadonnées.
- Leurs répliques de sécurité.
- Les éventuels transferts vers des services de traitement.

Le cas échéant, les engagements contractuels du fournisseur peuvent être insuffisants en regard des exigences de sécurité et confidentialités de certains projets sensibles. Et ce, notamment vis-à-vis de la territorialité des données.

## 6.4 Outils de collaboration

**Typologie de fonctions pour une plateforme BIM**

La plateforme doit permettre de faire converger différents systèmes de gestion documentaires tout en conservant les organisations propres des acteurs.

En illustration des caractéristiques expliquée précédemment, nous proposons ci-dessous une typologie de plateforme basée la qualification des propriétés sur les critères :

<b>I</b>	Indispensable
<b>R</b>	Recommandée
<b>O</b>	Optionnelle

Les choix présentés ci-dessous sont établis pour obtenir un outil orienté BIM qui ne se substitue pas au système de gestion documentaire d'un projet.

Fonctionnalités	I	R	O	Exclu	Remarque
<b>Accès à la plate-forme</b>					
Navigateur	X				--
Client lourd			X		--
Plugin		X			Aide au dépôt
<b>Droits d'accès</b>					
Cercle de confiance				!	--
Droits par dossier	X				--
Affectation dynamique		X			Prise en compte des workflows pour accès
<b>Mode d'indexation</b>					
Par fichier	X				--
Par document		X			--
Clés libres			X		Initiation d'un document sans fichier
<b>Gestion des versions et statuts</b>					
Version	X				--
Révision		X			--
Statut		X			--
<b>Téléchargement et publication</b>					
Téléchargement	X				--
Publication		X			--
Voir sans télécharger		X			Pour accès en consultation simple
<b>Outils</b>					
Visualisation des modèles	X				--
Annotations		X			--
BCF		X			--
Affectation de tâches		X			--
Circuit de validation		X			--
Production synchrone et coédition			X		--
<b>Information sur l'activité</b>					
Envois automatiques d'email unitaire				!	--
Envois automatiques d'emails de synthèse		X			--
Journal d'activité	X				--
Affichage de l'activité selon les droits			X		--
État de synthèse		X			--
<b>Ergonomie d'administration</b>					
Gestion par groupe	X				--
Délégation administration		X			--
Codification adaptable		X			--
Traitement par lots	X				Eg. Liste utilisateurs
<b>Stratégie d'exploitation</b>					
Exploitation transportable	X				Capacité à transférer la base de données
Connectivité/exports		X			--

## 6.4 Outils de collaboration

**Gestion des livrables****Définition**

Un livrable est un élément physique ou dématérialisé permettant de transmettre les informations intellectuelles ou matérielles :

- Issues d'une prestation.
- Nécessaires à sa réalisation.

**Liste de livrables**

Les livrables DAO/BIM N1 et BIM Niveau 2 sont :

Livrables DAO/BIM N1	Livrables BIM Niveau 2
Les pièces écrites.	La maquette numérique en format d'échange ou natif.
Les pièces graphiques contractuelles, souvent en format 2D, très souvent en format PDF.	Les architectures opérationnelles, fonctionnelles et organiques retenues et les besoins et exigences associées, telles qu'elles sont dérivées dans un processus d'ingénierie des exigences.
Les modèles numériques de terrain.	La ou les bases de données associées.
La base de données SIG.	Les processus ou workflow nécessaires au maintien de la maquette et de ses informations dans le temps.

**Description de l'ouvrage**

Par conséquent, ce qui décrit l'ouvrage ne se limite plus à des documents graphiques et des manuels. Il s'étend vers des données numériques difficilement qualifiables lorsqu'elles sont détachées de leur contexte.

**Processus BIM de niveau 2**

Le nombre des livrables augmente, bien que l'on recherche la centralisation et la cohérence. En effet, les traitements informatiques ont besoin de référentiels stricts. Le processus BIM est au moins de niveau 2 lorsque l'on garantit qu'une grande partie des pièces graphiques est générée automatiquement à partir des maquettes associées.

**Livraison d'une application de visualisation**

Enfin, il est préférable de livrer une application de visualisation ou de lecture associée à la maquette numérique plutôt que de nombreux fichiers.

**Règles de gestion**

De cet argumentaire découlent les règles élémentaires de gestion des livrables :

- Il faut qualifier les livrables soit directement depuis la source (=conteneur) ou par extraction (issus d'une maquette).
- Les livrables extraits ne doivent jamais subir de modifications pouvant supprimer, ajouter ou modifier des informations (toutes les modifications doivent être apportées dans le modèle natif 3D, et non pas ajoutées dans les plans générés à partir des modèles 3D).
- Les livrables numériques de type tables, tableaux ou BDD doivent être spécifiés dans un format défini, décrit en fonctionnalités et accompagnés de leurs manuels d'exploitation.

## 7. ANNEXES

### 7.1. Annexe 01 : état de l'art des normes BIM

#### État de l'art des normes BIM

Nous vous présentons ci-dessous l'état de l'art des normes BIM existantes ou à venir.

- ISO 19650-1:2018 Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris modélisation des informations de la construction (BIM) -- Gestion de l'information par la modélisation des informations de la construction -- Partie 1: Concepts et principes
- ISO 19650-2:2018 Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris modélisation des informations de la construction (BIM) -- Gestion de l'information par la modélisation des informations de la construction -- Partie 2: Phase de réalisation des actifs
- PAS 1192-3:2014 : Specification for information management for the operational phase of assets using Building Information Modelling

remplacée bientôt par :

- ISO 19650-3: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) -- Information management using building information modelling -- Part 3: Operational phase of assets
- BS 1192-4:2014 Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie – Code of practice

remplacée bientôt par :

- ISO 19650-4: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) -- Information management using building information modelling -- Part 4: Information exchange
- BS 1192-5:2015 Specification for security minded building information modelling, digital built environments and smart asset management

remplacée bientôt par :

- ISO 19650-5: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) -- Information management using building information modelling -- Part 5: security-minded approach to information management

#### Les normes périmétriques au BIM (normes d'inspiration des normes BIM)

Nous vous présentons ci-dessous l'état de l'art des normes complémentaires aux normes BIM.

- EN ISO 16739 : Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries
- NF XP P07-150 : Propriétés des produits et systèmes utilisés en construction - Définition des propriétés, méthodologie de création et de gestion des propriétés dans un référentiel harmonisé (future norme EN-ISO 23386)
- UNI 11337 : Gestion digitale du processus informatique dans le secteur de la construction (gestione digitale del processo informativo nel settore delle costruzioni)



- BS EN ISO 4157-1: Construction drawings – Designation systems – Part 1: Buildings and parts of buildings
- BS EN ISO 4157-2: Construction drawings – Designation systems – Part 2: Room names and numbers
- BS 7000-4, Design management systems – Part 4: Guide to managing design in construction
- BS EN 82045-1 : Document management – Part 1 : Principles and methods
- BS EN 82045-2: Document management – Part 2: Metadata elements and information reference model
- BS EN ISO 13567-1: Technical product documentation – Organization and naming of layers for CAD – Part 1: Overview and principles
- BS EN ISO 13567-2: Technical product documentation – Organization and naming of layers for CAD – Part 2: Concepts, format and codes used in construction documentation
- BS EN ISO 9001: Quality management systems
- BS ISO 12006-2: Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification of information
- BS ISO 31: Quantities and units
- ISO 82045-5: Document management – Part 5: Application of metadata for the construction and facility management sector
- UNI 8290-1: Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia
- UNI 8290-2: Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti
- UNI 8290-3: Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti
- UNI 10147: Manutenzione - Terminologia
- UNI 10722-1: Edilizia - Qualificazione e verifica dei progetto edilizio di nuove costruzioni - Principi, criteri generali e terminologia
- UNI 10722-2: Edilizia - Qualificazione e verifica dei progetto di nuove costruzioni - Definizioni del programma del singolo intervento
- UNI 10722-3: Edilizia - Qualificazione e verifica dei progetto edilizio di nuove costruzioni - Pianificazione del progetto e pianificazione ed esecuzione dei controlli del progetto in un intervento edilizio
- UNI 10723: Processo edilizio - Classificazione e definizione delle fasi processuali degli interventi edilizi di nuova costruzione
- UNI 10831-1: Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Struttura, contenuti e livelli della documentazione
- UNI 10831-2: Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Articolazione dei contenuti della documentazione tecnica e unificazione dei tipi di elaborato
- UNI 10838: Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia
- UNI 10874: Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione
- UNI 10951: Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida
- UNI 11150-1: Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 1: Criteri generali, terminologia e definizione dei documenti preliminari alla progettazione
- UNI 11150-2: Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 2: Pianificazione della progettazione
- UNI 11150-3: Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 3: Attività analitiche ai fini degli interventi sul costruito
- UNI 11150-4: Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito - Parte 4: Sviluppo e controllo della progettazione degli interventi di riqualificazione
- UNI 11151: Processo edilizio - Definizione delle fasi processuali per gli interventi sul costruito
- UNI 15331: Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili
- UNI EN ISO 9000: Sistemi per la gestione della qualità

- ISO 12006-2 : Building construction, Organization of information about construction works - Framework for classification of information
- ISO 12006-3 : Building construction, Organization of information about construction works - Framework for object-oriented information
- ISO 22263 : Organization of information about construction works - Framework for management of project information
- ISO 28481-1 : Building Information Modelling, Information delivery manual - Methodology and format
- ISO 28481-2 : Building Information Modelling, Information delivery manual - Interaction framework
- ISO/TS 12911 : Framework for Building Information Modelling (BIM) guidance
- ISO 19107 : Geographic information - Spatial schema
- ISO 19109 : Geographic information - Rules for application schema
- ISO 19111 : Geographic information – Spatial referencing by coordinates
- ISO 19136 : Geographic information – Geography Markup Language (GML)
- ISO 19148 : Geographic information - Linear referencing
- UNI EN ISO 9000 Sistemi per la gestione della qualità
- ISO/IEC 27000:2016 : Information technology - Security techniques – Information security management systems - Overview and vocabulary
- ISO/IEC 27001 :2013 : Information technology - Security techniques – Information security management systems - Requirements
- ISO/IEC 27002:2013 : Information technology - Security techniques - Code of practice for information security controls
- ISO/IEC 27005:2011 : Information technology - Security techniques – Information security risk management
- ISO/IEC 27007:2011 : Information technology - Security techniques - Guidelines for information security management systems auditing
- ISO/IEC TR 27008:2011 : Information technology Security techniques - Guidelines for auditors on information security controls
- ISO/IEC 29100:2011 : Information technology Security techniques – Privacy framework1
- UNI 11506 :2013: Attività professionali non professionali operanti nel settore ICT - Definizione dei requisiti di conoscenza, abilità e competenze
- UNI 11621 - 2:2016: Attività professionali non regolamentate Profili professionali per l'ICT - Parte 2: Profili professionali di "seconda generà"
- UNI 11621-4 :2016: Attività professionali non regolamentate - Profili professionali per l'ICT - Parte 4: Profili professionali relativi alla sicurezza delle informazioni
- ISO/IEC 9798-1 :2010 : Information technology Security techniques Entity authentication - Part 1: General
- ISO/IEC 18033:2015 : Information technology - Security techniques – Encryption algorithms - Part 1: General
- ISO/IEC 27039:2015 : Information technology - Security techniques - Selection, deployment and operations of intrusion detection systems (IDPS)
- ISO/IEC 27040:2015 : Information technology - Security techniques - Storage security
- ISO/IEC 29115 :2013 : Information technology Security techniques - Entity authentication assurance framework.

## 7.2. Annexe 02 : exemple de décomposition organique

### Exemple de décomposition organique

Nous présentons ci-dessous un exemple de décomposition organique pour un Ouvrage d'Art.

First level integration	Sub-structures	Component	Secondary component	
Junction	Tie-in	Superstructure	Pavement / Rail	
			Sustainable Mobility	
			Border	
		Drainage	Ditch	
		Network	Duct	
			Cable	
			Piping	
		Earthwork	Backfill / Excavation	
			Layer	
			Excavation	
BRIDGE	Deck	Superstructure	Pavement / Rail	
			Sustainable Mobility	
		Equipment	Drainage Deck	
			Drainage joint	
			Traffic equipment	
			Safety equipment	
			Lighting	
			Duct	
			Signposting	Vertical signposting
				Horizontal signposting
			Beam	Top flange
				Web
				Bottom flange
				Welds
				Stiffener
				Box-out
				Duct
				Bolts&Nuts
				Angle wedges
			Concrete deck slab	Slab
				Prestressing Tendon
				Gusset
				Overhang
				Box-out
				Duct
			Concrete caisson	Top slab
				Web
				Bottom slab
				Bottom gusset
				Top gusset
				Overhang
				Box-out
				Duct
				Stiffener
				Boss
				Diverter
			caisson Metal	Top slab
				Web
				Bottom slab
				Box-out
		Horizontal Stiffeners		
		Vertical Stiffeners		
	Pile	Mechanical Support	Neoprene device	
			Mechanical Support w Cylinder	
		Cap Beam		
		Shaft / Wall		
		Baseplate		
		Prestressing		
		Downpipe		
		Boss	Temporary	
			Permanent	
	Foundation	Footing	Footing	
			Leanconcrete	
		GrndNat (i.e. natural ground)	Layer	

First level integration	Sub-structures	Component	Secondary component
		Excavation	Excavation
		Improved ground	EltGrndTraité
		Deep Foundation	DeepFoundElement
Access	Abutment	Joint	
		Mechanical support	
		Sommier	
		Shaft / Wall	
		Retaining Wall	
		Friction Slab	
		Transition Slab	
		Drainage	
	Foundation	Footing	
Networks Reinstatement	Lower Pass Box Bridge		
	PIPO		
Ductway	Duct Bridge		
	Cable tray		Supports
	Pipetrack		Supports
	Duct / Culverts	Duct Culvert	Wedging