

Revue de projet dans un environnement numérique

Auteurs/Organismes

Pierre Benning (Bouygues TP)
Brice Bossan (Eiffage Construction)
Vincent Cousin (Processus & Innovation)
Renaud Defrance (Eurostep)
Nicolas Delrieu (ANDRA)
Hervé Halbout (Halbout Consultants)
Peter Ireman (ESITC Caen)
Hélène Maugueret (Setec)

Olivier Ouisse (GEOFIT)
Evelyne Osmani (Eiffage Construction)
Philippe Peron (Ingérop)
Vincent Rault (Bentley Systems France)
Michel Rives (Vianova Systems France)
Christian Robert (Spie Batignolles TPCI)
Charles-Edouard Tolmer (EGIS)
Éric Tournez (Bouygues TP)

Mise en perspective des pratiques (thème I) Revue de projet (UC4)

MINnD_TH01_UC04_01_Revue_projet_numerique_dans_environnement_numerique_001_2015
Octobre 2015

Sommaire

1. PRÉAMBULE	3
2. RÉSUMÉ.....	4
3. ABSTRACT	6
1. DÉFINITIONS DES GRANDS PRINCIPES DE LA REVUE DE PROJET	8
1.1. Les définitions de « projet » et « revue de projet » existantes	8
1.2. Définition et objectifs de la revue de projet selon l'UC4	10
1.3. Autres définitions et notions à découvrir	10
2. MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	11
2.1. Reprise de l'objet du cas d'usage n° 4.....	11
2.2. Création de sous-groupes de travail	11
3. ÉTAT DES LIEUX REVUE DE PROJET.....	13
3.1. État de l'art dans l'industrie	13
3.2. L'aspect réglementaire	18
3.3. Bonnes et mauvaises pratiques	21
3.4. Spécificité de la revue de projet d'infrastructures	29
4. LA REVUE DE PROJET DANS L'ENVIRONNEMENT DU NUMÉRIQUE SELON LE CYCLE DE VIE DU PROJET	32
4.1. Contexte politique / contexte du projet.....	34
4.2. Objectifs.....	36
4.3. Spécifications fonctionnelles / cahier des charges fonctionnel	42
4.4. Interfaces	45
4.5. Parties prenantes et acteurs	48
4.6. Budgets et ressources de la MN.....	50
4.7. Procédures et cadre juridiques	51
4.8. Technologie	52
4.9. Connaissances et compétences.....	56
4.10. Organisation, management / pilotage de la revue de projet numérisée.....	57
4.11. Contrat	67
4.12. Risques	70
5. CONTRIBUTION AUX THÈMES DE MINND	72
5.1. Observatoire.....	72
5.2. Thème 1 : mise en perspective	73
5.3. Thème 2 : Expérimentations.....	74
5.4. Thème 3 : Structuration des informations.....	74
5.5. Aspects réglementaires	75
6. ANNEXES.....	76
6.1. Annexe 1 – Extrait du Programme de Recherche.....	76
6.2. Annexe 2 – Quelques acteurs du BIM.....	77
6.3. Annexe 3 – Glossaire.....	78
6.4. Annexe 4 – Normes et Recommandations de l'Industrie	86
6.5. Annexe 5 – Documents de référence	91
6.6. Annexe 6 – Carte mentale « revue de projet »	92

I. PREAMBULE

<p>Rappel du contexte</p> <p><i>Annexe</i></p>	<p>L'objet du présent document est de faire un rapport d'étape (tranche 1) de l'avancement de notre recherche sur la revue de projet d'une infrastructure. Nous nous appuyons sur l'usage d'une modélisation des informations de la construction (ou BIM).</p> <p>Ce cas d'usage fait partie du programme de recherche du projet national Minⁿd (Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables).</p> <p><i>Cf. Annexe 1 – Extrait du Programme de Recherche.</i></p>
<p>Disparité des niveaux de compréhension et d'acceptation</p>	<p>Lors de nos différents échanges avec les acteurs du monde de la construction, nous avons constaté une grande disparité de maturité dans :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les motivations par rapport au numérique, sa compréhension et son acceptation, • la compréhension des nouveautés, des apports et des changements qu'il pourrait engendrer.
<p>Présentation du cas d'usage</p>	<p><i>Le cas d'usage n° 4 : La revue de projet</i> a regroupé seize partenaires. Ces représentants des acteurs du secteur ont partagé leur vision du déroulement d'une revue de projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • selon les différents métiers impliqués dans une construction d'infrastructure, • aux différents jalons du cycle de vie du projet. <p>L'ensemble des éléments, qui sont présentés dans le présent rapport de recherche, partent de l'hypothèse de l'usage d'une maquette numérique servant de support à la revue de projet.</p>
<p>Un premier bilan</p>	<p>Ce premier bilan des travaux est un préalable à la rédaction d'un guide méthodologique de la revue de projet.</p> <p>Ce rapport de recherche constitue un bilan de l'avancée de notre réflexion à ce jour.</p>

2. RESUME

<p>Origine du projet MINnD</p> <p>Un mouvement qui anticipe le BIM</p>	<p>La démarche du projet MINnD trouve son origine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • dans un projet de R&D antérieur : COMMUNIC. Il avait montré combien les pratiques, les organisations et les méthodes de travail pouvaient être impactées, voire à adapter, dès lors que des maquettes numériques seraient employées dans les travaux de Génie Civil. Il devenait donc naturel de : <ul style="list-style-type: none"> – poursuivre la réflexion dans un contexte plus large de gestion et de management des informations de modélisation, – approfondir le champ des possibles dans les domaines non couverts encore par les modélisations. • dans le constat qu’il fallait associer étroitement au travail les éditeurs de logiciels. <p>Cette démarche a anticipé le mouvement actuel porteur du BIM et vient à point nommé pour accompagner la mutation en marche dans le secteur de la construction.</p>
<p>Préambule</p>	<p>Dans la conduite des projets, les revues de projets sont des jalons privilégiés de la confrontation des points de vue des acteurs entre eux. Ce sont essentiellement en ces instances que se confirment la validité et la pertinence des solutions conceptuelles et de construction.</p> <p>C’est pourquoi l’existence d’un BIM et d’une maquette représentant visuellement la construction est un outil d’un très grand potentiel. Il convient donc de l’examiner en détail.</p>
<p>Chapitre 1 : Définitions des grands principes de la revue de projet</p>	<p>Ce rapport présente tout d’abord une vulgarisation des différentes notions nécessaires à la compréhension et à la réussite d’une revue de projet, telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • gestion de projet, • travail collaboratif, • interopérabilité.
<p>Chapitre 2 : Méthodologie de travail</p>	<p>La méthode suivie a consisté en :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Premier travail de définition. 2. Appropriation du programme de travail prévu. 3. Vérification qu’une certaine communauté de langage pouvait s’établir entre les partenaires. 4. Expression des attentes par les partenaires. 5. Définitions des livrables et structuration de l’équipe en sous-groupes : <ul style="list-style-type: none"> – État de l’art industriel. – Réglementations existantes. – Bonnes pratiques actuelles. – Organisation de la revue de projet, revue de projet « idéale » et prérequis à la transformation digitale de la revue de projet.

**Chapitre 3 :
État des lieux
revue de projet**

États de l'art, réglementations et bonnes et mauvaises pratiques issues de certains projets en cours ou finalisés sont donc présentées sous différents angles. Il ressort de cette étude que :

- les situations sont infiniment diverses,
- nous sommes loin d'avoir trouvé à ce jour des solutions totalement sûres et fiables.

Le caractère nécessairement coopératif introduit par les modèles et maquettes de référence impose de :

- réviser les pratiques,
- trouver de nouvelles modalités de régulations contractuelles,
- bien organiser la participation de tous les acteurs depuis le Maître d'ouvrage,
- bien préciser les objectifs recherchés lors de l'introduction d'une maquette numérique et d'un processus BIM (modélisation des informations de construction).

**Chapitre 4 :
La revue de projet
dans l'environnement
du numérique
selon le cycle de vie**

Une carte mentale a permis de rendre compte des divers angles d'approche adoptés pour structurer la réflexion générale. Le travail a largement fait appel à des concepts qui ont fait leurs preuves dans d'autres industries et qui relèvent de l'ingénierie des systèmes.

Les points saillants de l'analyse montrent les avantages à :

- initier la démarche le plus tôt possible dans un projet,
- veiller à la présence à tous les moments de tous les points de vue,
- mener des revues très régulièrement pour vérifier la satisfaction des exigences, selon un processus planifié, itératif et progressif.

Nous présentons dans ce chapitre, dans son état d'avancement actuel, la réflexion du groupe de travail sur ce que devrait être la revue de projet selon son cycle de vie. Cette vision s'affranchit de l'ensemble des contraintes actuelles.

**Chapitre 5 :
Contribution aux
thèmes de MINnD**

Un dernier chapitre présente les contributions que ce cas d'usage apporte aux différents thèmes du projet national MINnD. Ces thèmes sont essentiellement :

- Le rôle d'observatoire. En effet, états de l'art et glossaire sont des travaux relevant à la fois de la veille mais aussi de la synthèse interne à MINnD.
- Les besoins en outils, les technologies et l'élaboration de processus identifiés tout au long du travail.
- La nécessité de cadrer toute expérimentation ultérieure par la réflexion en cours.
- La planification des revues de projet conduit à définir une structuration des données et des règles de progression du processus.
- Les validations et confrontations en revues de projets sont directement en lien avec les conditions contractuelles. Ces conditions contractuelles doivent définir dans quels contextes de responsabilisation elles interviennent.

3. ABSTRACT

Roots of the MINnD projet

An anticipation of the BIM

The project MINnD finds its roots in :

- the previous R&D project COMMUNIC which had demonstrated how deeply the practices, the organisations and the works methods could be impacted, or even transformed, as soon as digital mock-ups would be used in civil works,
- the positive affirmation that it was necessary to associate in future works the CAD software editors, so that the construction sector could supply them with documents establishing precisely the use cases and scenarii for managing and modelling the information describing the infrastructures to be constructed.

This approach, dating back from 2011, had anticipated, at least in France, the professional opinion swap towards BIM adoption and was timely suited to coach the stakeholders in the present change process.

Preamble

When managing project, projects reviews are the norm and constitute milestones of the process of cross examining the various stakeholders' viewpoints. It is indeed mainly in these instances that the validity and coherence of the proposed solutions for building and designing facilities can be tested and validated step by step.

The adoption of both BIM and digital mock-ups visually representing the "to be constructed" facility is a tool of very high value and potential. It must be examined in detail (See chapter Preamble - Préambule).

Chapter 1 : Definitions of the main concepts of the Project review

This report introduces first a popularization of the main concepts necessary to tackle in order to succeed in performing projects reviews, such as :

- project management,
- collaborative work,
- interoperability.

Chapter 2 : Work methodology

The method adopted is the following :

1. first work on semantics
2. appropriation of the work agenda,
3. checking that the partners shared a common understanding and vocabulary.
4. Then the partners expressed their needs.
5. They formulated what could be the deliverables, and organized the team in various sub-groups :
 - Industry state of Art
 - Existing regulations
 - Best practices that could be observed
 - Organization of project review, what could be an ideal project review process, and which are the prerequisites to digitalizing the project review process.

Chapter 3 : States of Arts for Project Reviews

States of Art, regulations and practices, as can be learned from actual projects are exposed according to various stakeholders' viewpoints. From this study :

- it must be noted that the situations and contexts are extremely diverse,
- however, it shows also that the industry is far from having found yet full proof solutions.

The practices must be changed as working around digital mock-ups and information modelling is essentially a collaborative process. Therefrom :

- new contractual rules are needed,
- the participation and convergence of all stakeholders must be ensured, as early as possible in the global process and until the delivery if not beyond,
- the goals for introducing BIM and digital mock-ups must be clearly and early defined and spelled-out.

Chapter 4 : The impacts of digitalizing the review process in a lifecycle perspective

A specially developed mind map could take account of all the approaches to be considered and has been used to structure the main works. This work called in concepts widely used in other industries and coming from systems engineering.

The most salient points have been :

- initiate the system or global approach as early as possible,
- ensure the participation of all viewpoints,
- undertake regular project reviews in order to check that all requirements are progressively met, in a meticulously planned process with iterations.

At this point, are presented, in their present intermediate state, the first thoughts of the team on what should be the ideal project review process, all along the infrastructure's life cycle. in a situation where contractual constraints could be relaxed or deeply novated.

Chapter 5 : Contributions to other works in MINnD

A last chapter is a projection on which other themes and use cases of MINnD are impacted by this work, and how deeply and on which content these matters are interrelated. In particular:

- The Observatory : states of art considerations and glossaries are works for both the intelligence activity and of a transversal nature, internal to the project and needed for ensuring its coherence.
- Needs in terms of tools, technologies and methods have been identified all along the works.
- This work should constitute the basis for any experimentation that may be launched in the future.
- The process to plan project reviews gave us the opportunity of expressing needs that are applicable to the data structures, and to the processing rules for verification and validation.
- The validation and verification processes that are examined during project reviews are in direct link with the contract conditions and in particular with the contractual change process. (See chapter 5 Contributions to other works in MINnD - Contribution aux thèmes de MINnD).

I. DEFINITIONS DES GRANDS PRINCIPES DE LA REVUE DE PROJET

Préambule

En partant du constat de l'avancée des industries de l'aéronautique et de l'automobile par rapport aux secteurs du Bâtiment et des Travaux Publics, nous avons fait un état de l'art de leurs méthodologies de gestion/management de projet, ainsi que de leurs glossaires.

Vous trouverez dans le chapitre suivant les définitions les plus importantes, issues :

- des normes AFNOR,
- des recommandations du management de projet et de l'industrie aéronautique.

Dans le chapitre 3.1 - État de l'art dans l'industrie, une analyse plus approfondie est présentée, ainsi que quelques recommandations et méthodologie dont tout un chacun peut s'inspirer.

I.1. Les définitions de « projet » et « revue de projet » existantes

Étymologie et définition du mot « projet »

Définition du dictionnaire Larousse

Le mot « projet » provient du mot latin *projectum* de projicere qui signifie « jeter en avant ». Le mot « projet » se compose :

- du préfixe « *pro* » qui correspond en latin à la préposition *pro* signifiant « devant »,
- de la racine latine « *jet* » qui provient de *jactum* de *jacere*, qui signifie « jeter ».

Le dictionnaire Larousse propose les définitions suivantes :

- **Projet :**
 - But que l'on se propose d'atteindre.
 - Idée de quelque chose à faire que l'on présente dans ses grandes lignes.
 - Tracé définitif, en plans coupes et élévations, d'une construction à réaliser (machine, équipement, bâtiment, aménagement urbain, etc.). Le tracé initial, à partir des études préliminaires, est l'avant-projet.
 - Étude de conception de quelque chose, en vue de sa fabrication.
- **Revue :**
 - Action d'examiner avec soin et de façon méthodique un ensemble d'éléments.

Industrie aéronautique

Nous trouvons dans l'industrie aéronautique les définitions suivantes :

[RG.Aéro 000 40] - Recommandation générale - spécification de management de programme – 1999

« **Programme** » : Ensemble coordonné de tâches techniques, administratives et financières, destiné à concevoir, développer, réaliser et utiliser un produit, satisfaisant un besoin dans les meilleures conditions économiques, ainsi qu'à en assurer le soutien et à envisager les contraintes de retrait du service.

RG.Aéro 000 66] Guide général pour l'organisation, l'utilisation et la mise en œuvre des revues de programmes – 2001

« **Revue de programme** » : Examen critique des résultats obtenus et des activités prévues à un moment prédéterminé dans le déroulement d'un programme, dans le but de disposer des informations qui sont nécessaires pour préparer les décisions liées aux événements-clés du programme (en particulier ceux associés aux décisions stratégiques).

- Il est recommandé que la revue soit effectuée par une équipe dont une grande partie, voire la totalité des membres, est indépendante des activités dont le résultat est soumis à revue.
- La revue constitue une aide à la décision, mais ne doit pas être confondue avec la prise de décision.

Gestion et management de projet

En gestion et management de projet nous trouvons les définitions suivantes :

FD X 50-118] – Recommandations pour le management d'un projet - AF-NOR 2005 [AFITEP]. Dictionnaire de management de projet - Association Francophone de Management de Projet - AFNOR Éditions – 2010

« **Projet** » (*Project*) : Processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant les contraintes de délais, de coûts et de ressources (ISO 10006).

« **Revue de projet** » (*Project review*) : Examen systématique et critique entrepris pour vérifier la pertinence, l'adéquation et l'efficacité des résultats des activités du projet par rapport ses objectifs (FD X 50-118).

- Les revues de projet sont tenues à différentes fréquences et à différents niveaux.
- Cette revue a pour but d'aider le responsable du projet et les principaux intervenants (internes et/ou externes au projet) à :
 - statuer sur la validité des éléments techniques par rapport aux prévisions et exigences contractuelles,
 - permettre d'engager des actions correctives ou préventives, en cas de dérives ou d'insuffisances,
 - matérialiser le passage à l'étape suivante,
 - décider de franchir le jalon correspondant.

I.2. Définition et objectifs de la revue de projet selon l'UC4

Méthode de définition

Nous avons commencé par définir la notion de revue de projet en quelques mots, afin d'orienter les recherches. Nous avons ensuite affiné la définition en essayant de la transcrire à la revue de projet d'infrastructure, appliquée à la maquette numérique :

Définition retenue

« **La revue de projet** » : Examen systématique et critique, entrepris tout au long du cycle de vie d'un projet de construction, pour vérifier la pertinence, l'adéquation et l'efficacité des résultats des activités du projet par rapport à ses objectifs. Il s'agit d'une étape permettant la prise de décision et la validation des éléments du projet.

À chacune de ces étapes, la revue de projet a pour but d'aider le responsable du projet et les principaux intervenants (internes et/ou externes au projet) à :

- évaluer la capacité d'un projet à satisfaire aux exigences du client, la conformité aux besoins, le respect de la qualité, des délais et des coûts,
- vérifier la cohérence technique (données et contraintes),
- statuer sur la validité des éléments techniques par rapport aux prévisions et exigences contractuelles,
- identifier les problèmes et proposer des solutions,
- permettre d'engager des actions correctives ou préventives, en cas de dérives ou d'insuffisances,
- vérifier la conformité de l'étude, puis de la réalisation avec le contrat,
- matérialiser le passage à l'étape suivante,
- décider de franchir le jalon correspondant.

I.3. Autres définitions et notions à découvrir

Annexe

Cf. Annexe 3 - Glossaire

2. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Préambule	<p>Les livrables envisagés dans le programme de recherche sont très détaillés. L'ensemble des partenaires du cas d'usage n° 4 (UC4) ont perçu des difficultés à les établir sans avoir, dans un premier temps, essayé de définir la revue de projet.</p> <p>Après avoir revu le contenu du programme de recherche (grands thèmes et cas d'usage n° 4), nous devons nous assurer que l'ensemble des partenaires parlait bien le même langage. Après un échange autour de leurs attentes et des actions à mettre en place pour y parvenir, les partenaires de l'UC4 ont établi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une liste des livrables, • les sous-groupes de travail à constituer pour leur rédaction.
------------------	--

2.1. Reprise de l'objet du cas d'usage n° 4

Réécriture de l'objet	<p>Nous avons donc commencé par écrire ensemble l'objet du cas d'usage n° 4. La rédaction obtenue est la suivante :</p> <p>« Comment assurer au mieux la performance et la qualité de la revue de projet multipartenaires tout au long de son cycle de vie. »</p>
------------------------------	--

Liste de livrables	<p>Un consensus s'est formé autour d'une liste de livrables :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bonnes pratiques 2D/3D. • Réglementations existantes en France et en Europe. • Définition revue de projet/cellule de synthèse. • État de l'art de l'industrie. • Revues de projet : <ul style="list-style-type: none"> – Cycle de conception. – Attentes des partenaires à chaque étape (niveaux de détail ou développement). • Préconisation d'adaptation de la réglementation pour la revue de projet.
---------------------------	--

2.2. Création de sous-groupes de travail

Sous-cas d'usage	Chaque sous-groupe de travail devait aboutir à un livrable. Les libellés et objectifs du sous-cas d'usage sont détaillés ci-après :
-------------------------	---

Sous-cas d'usage	Libellé	Objectif
UC4-2	État de l'art de l'industrie sur les processus, les outils logiciels et les outils technologiques.	Produire un rapport présentant l'état de l'art de l'industrie sur les processus et les outils de gestion de la revue de projet utilisant comme support la maquette numérique.
UC4-3	Réglementations existantes en France et en Europe concernant la revue de projet pour la construction d'infrastructures (notamment la loi MOP et le code des marchés publics).	Faire un état de l'art des réglementations existantes, traitant de la revue de projet, utilisant comme support la maquette numérique.
UC4-4	Bonnes pratiques 2D et 3D (validation et approbation).	Faire un état de l'art des bonnes et mauvaises pratiques de validation/approbation d'une revue de projet, utilisant comme support la maquette numérique.

Sous-cas d'usage	Libellé	Objectif
UC4-5	Organisation d'une revue de projet selon le cycle de vie (attentes de chaque interlocuteur-projet).	Rapport présentant l'organisation d'une revue de projet, utilisant la maquette numérique comme support selon le cycle de vie.
UC4-6	La revue de projet idéale.	Imaginer la revue de projet idéale en s'affranchissant de problématiques réglementaires, contractuelles ou d'outils.
UC4-7	Prérequis nécessaires à la revue de projet.	Les prérequis de la maîtrise d'ouvrage pour assurer les conditions de succès du projet : cadre de travail imposé aux partenaires du projet. Qualifier les éléments qui doivent être imposés ou recommandés par le donneur d'ordre à l'ensemble des intervenants, en termes de méthodes, standards, interfaces, solutions, etc. Il s'agit de permettre la collaboration transverse efficace autour du modèle numérique, tout au long du cycle de vie projet/produit.

Réorganisation du travail

Premier constat

L'ensemble des participants devait contribuer au minimum à un sous-groupe de travail. Cependant, depuis la mise en place de ces sous-groupes, nous avons constaté :

- une disparité des participations,
- l'existence de trop nombreuses réunions auxquelles nous n'étions pas en mesure de participer.

Réorganisation et abandon du sous-cas d'usage UC4-2

Nous avons donc, après concertation, décidé d'abandonner le sous-cas d'usage UC4-2 et de regrouper les UC4-5, UC4-6 et UC4-7 en un seul et même sous-cas d'usage. Nous avons ainsi pu :

- améliorer le taux de participation,
- améliorer l'équité de la répartition des tâches,
- réduire le nombre de réunions,
- permettre au plus grand nombre d'y participer.

Rédaction d'un seul livrable

De plus, les partenaires ont convenu de ne rédiger qu'un seul livrable, dont une ébauche de sommaire représentait les différents travaux en cours des sous-groupes :

Ébauche de sommaire du livrable unique

Chapitre	Contenu
1	Définition de la revue de projet : <ul style="list-style-type: none"> • AFNOR FDX50, industrie, etc. • Définition selon UC4 et objectifs de la revue de projet
2	Méthodologie de travail de l'UC4
3	L'existant (UC4-2, UC4-3 et UC4-4) : <ul style="list-style-type: none"> • Réglementaire • État de l'art de l'industrie • Bonnes et mauvaises pratiques • Spécificité de la revue de projet d'infrastructures
4	L'apport du numérique dans la revue de projet, en fonction des phases du cycle de vie (UC4-5, 6, 7)
5	Contribution aux thèmes de MINND

Un livrable répondant à l'exigence de synthèse

Les partenaires du cas d'usage n° 4 ont abouti à un consensus pour rédiger le présent rapport de recherche. Nous avons tenu compte des différentes avancées des sous-groupes, dans un souci de mise en cohérence et de synthèse.

3. ÉTAT DES LIEUX REVUE DE PROJET

3.1. État de l'art dans l'industrie

L'origine de la notion de gestion de projet

Dans leur ouvrage de 1997 - Conduite et gestion de projets aux éditions Cépaduès, - I. Chvidchenko et J.-M. Chevallier introduisent cette notion de la manière suivante :

I. Chvidchenko et J.-M. Chevallier, définition de la gestion du projet

« Des pyramides aux satellites actuels, notre histoire a fait apparaître des temps forts qui s'identifient à des réalisations prestigieuses et marquantes et se différencient notablement de ce que les activités courantes produisent ; on évoque « le temps des pyramides », le temps des « cathédrales » . [...]

Ces repères, ces phares, sont l'aboutissement de projets grandioses initiés par l'orgueil ou le défi qui visent quelque chose d'exceptionnel. Les rêves qui les ont permis se sont transformés en projets et ont vu des hommes unir leurs efforts, contraints et forcés à certaines époques, vers un but commun. Pendant longtemps, le temps et la peine n'ont pas été comptés : des décennies ont été nécessaires, des milliers d'hommes ont été requis, pour bâtir les pyramides qui s'offrent aux regards des touristes souvent inconscients de ces efforts. [...]

Les objectifs et conditions d'utilisation des nouveaux projets créent des contraintes encore jamais rencontrées. [...] Les caractéristiques des grands projets et leurs besoins de gestion sont tout à fait spéciaux et nouveaux [...] du point de vue technique [...] économique [...] des délais [...] de l'organisation [et] des responsabilités. [...] Nos entreprises et nos organisations fonctionnent selon un mode différent. [...]

Un projet désigne un ensemble de tâches et d'activités dont le cheminement conduit à un résultat produit à un moment défini. [...]

Après analyse des spécificités, des particularités [d'un projet] on peut dire après expérience que les ensembles d'activités menant à un produit unique [...], nouveau, comportant une proportion importante d'incertitudes et d'aléas techniques et aussi de coût et délais, nécessitant la participation de plusieurs [...] entreprises, devant aboutir à une date limite précise, etc., nécessitent une gestion différente de la gestion classique. [...] On peut ensuite se contenter d'appeler « projet » les ensembles d'activités présentant de telles caractéristiques, nécessitant une démarche de conduite de projet. »

Dans le même ouvrage, les auteurs abordent les notions de maquettes et de revue de projet dans un chapitre intitulé « Les différentes représentations du système : du modèle au produit. Les modes de vérification. Les moyens de suivi ».

Documents de référence de management dans l'aéronautique

[RG.Aéro 000 40] - Recommandation générale - spécification de management de programme – 1999.

Logique de déroulement du programme

Cf. Annexe 4 – Normes et Recommandations de l'Industrie - Logique de déroulement du programme.

Gestion de la configuration

Cf. Annexe 4 – Normes et Recommandations de l'Industrie - Gestion de la configuration.

Ingénierie système

Cf. Annexe 4 – Normes et Recommandations de l'Industrie - Ingénierie système.

Guide général pour l'organisation, l'utilisation et la mise en œuvre des revues de programmes

Voir [RG.Aéro 000 66] Guide général pour l'organisation, l'utilisation et la mise en œuvre des revues de programmes – 2001.

La revue dans le management de programme

Cf. Annexe 4 – Normes et Recommandations de l'Industrie - La revue dans le management de programme.

Recommandations pour le management de projet

Selon la Norme FD X 50-118 - 2005 - Recommandations pour le management d'un projet.

Autres sources : guides pratiques
L'organisme MICADO

MICADO est un organisme associatif professionnel accompagnant les industriels dans les technologies de la conception et de la fabrication. Les industriels de l'informatique et ceux des grandes branches manufacturières (automobile, transports, aéronautique, espace, mécanique, etc.) y collaborent. Ils partagent et échangent leurs bonnes pratiques et accompagnent les industriels, grands groupes et PME, dans leur transformation, pour adopter les technologies de conception et de fabrication numérique et ce depuis de longues années.

Les guides et documents de MICADO

MICADO a régulièrement émis des documents et des guides, fruits des travaux de ses groupes de travail. Voici un tableau des documents les plus intéressants sur la thématique plus large du travail collaboratif, avec les technologies numériques. Ces documents sont accessibles, sur demande, auprès de MICADO.

Type	Origine	Titre	Commentaires
Article	Cadesis/UTT/UTC	Chaîne CAO - Calcul : intégration et gestion des données d'ingénierie numérique	Article général et de synthèse sur l'ingénierie intégrée et le travail collaboratif
Guide	DINCCS	Travail collaboratif : concepts et outils	Enjeux ingénierie numérique collaborative / Modes de communication du travail collaboratif / Co-conception par la simulation / Types d'outils / Technologies informatiques / Standards d'échanges / Méthodes de co-conception / Clés de l'efficacité
Guide	DINCCS	Guide du travail collaboratif - Études de cas, retours d'expériences, projets	Observatoire de la pratique actuelle dans les entreprises
Conférence	MICADO	L'observatoire de la simulation numérique 2010 vs 2012	Comparaison à 2 années d'intervalle. 100 questions selon projet européen E2P4LM (niveaux collaboratif/métier/stratégique)
Notes de veille	DINCCS	Concevoir par les processus ou « agile » Sept 2012	Une comparaison de la conception guidée par les processus ou par les concepts "agiles"
Guide	DINCCS	Le PLM et le travail collaboratif pour les PME (et les autres) - Définition Outils Méthodologies	PLM changement profond et nécessaire dans les processus, la culture et la stratégie

Article Cadesis/UTT/UTC

Le premier document souligne la nécessité d'une structure intermédiaire, jouant le rôle de plateforme collaborative. Il introduit le concept de gestion des données techniques (patrimoine informationnel d'un produit) devenu ensuite le PLM (*product life cycle management*), pour encadrer la collaboration entre logiciels experts. La recherche de l'interopérabilité CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et PLM conduit à deux exigences :

- définition d'environnement de conception intégrée,
- interopérabilité des informations de chaque activité.

Les données techniques à considérer concernent les aspects géométriques, de conception et du cycle de vie. Les fichiers informatiques encapsulent les données selon des formats et syntaxes qu'il convient de prendre en compte. Trois approches techniques sont possibles pour assurer l'interopérabilité :

1. utilisation de formats neutres,

Guide
 « Travail collaboratif »

2. développement d'interfaces dynamiques basées sur des ontologies,
3. web sémantique.

L'article introduit trois blocs interdépendants de connaissances à développer pour supporter valablement l'ingénierie numérique :

1. les exigences,
2. les logiciels de CAO et de PLM (définition : cf. Annexe 3 - Glossaire),
3. les calculs et simulations, ainsi que, en position centrale, un bloc intermédiaire de gestion des liens.

Le document « Travail collaboratif : concepts et outils » présente de très nombreuses occurrences du mot revue (de projet, réunions de, de conception, etc.). Le guide suit les prescriptions du guide « Outil d'évaluation au travail collaboratif de 2004 CAP_Collaboration ». Ses principaux thèmes sont les suivants :

- **Objectifs** : réaliser une proximité virtuelle organisationnelle, en substitution à la proximité géographique et lever les obstacles culturels à la collaboration interentreprises et interdisciplinaire.
 - Exemples Renault-Nissan / Smartville de Mercedes / Plateau virtuel collaboratif de Dassault Aviation pour Falcon7X.
 - À intégrer dans les deux axes SCM et ERP d'une part et PLM d'autre part. (définition Cf. Annexe 3 - Glossaire).
- **Perspectives de la collaboration** :
 - Les modes (communication>coordination>collaboration).
 - Les cadres spatial (dispositifs techniques), temporel (planning) conceptuel (connaissances, règles, objets, symboles, conventions, etc.), organisationnel (animation et management des interfaces - organisation par projet est la plus appropriée - penser synchronisations opératoires et cognitives).
 - Les rôles de la Direction générale (conduit le changement), Direction des Systèmes informatiques (fournit les outils) direction de l'ingénierie (structure les données définit les processus identifient les intervenants), Direction des Achats (gère les contrats et les fournisseurs).
 - Les outils des niveaux infrastructures / applis gestionnaires / PLM / applis d'ingénierie collaborative (outils de revue et de partage de modèles).
- **Nécessité d'une stratégie** (innovation, co-développement.).
- **Co-conception par la simulation** : innovation / relation / contractualisation / les outils.
- **Outils** :
 - Communication (courrier, visioconférences pour revues de projet, blogs, visualiseurs, EDI, wikis, réseaux, portail fournisseurs avec MN 3D).
 - Coordination (modélisation des processus, workflow, agendas, annuaires, espace sécurisé gestion et partage de doc avec visualiseur).
 - Coopération (PLM, plateaux, salles de revue de projet, etc.).
 - Capitalisation.
- **Systèmes réseaux et infrastructures / Standards d'échanges** font l'objet de chapitres détaillés.

Document
 d'« Études de cas »

Le document d'études de cas présente une dizaine de projets et indique pour chacun :

1. les solutions mises en œuvre,
2. la présentation de l'entreprise,
3. les enjeux et objectifs,
4. le projet,
5. les choix des solutions et partenaires,
6. la mise en œuvre,
7. les bénéfices,
8. les évolutions,
9. les commentaires.

Un chapitre spécifique donne les résultats majeurs d'une dizaine de projets de R&D. La conclusion souligne l'importance de maîtriser simultanément les dimensions :

- humaine (compréhension partagée),
- organisationnelle (les processus et les rôles),
- technologique (intégration, architecture, applications, standards, etc.).

 Guide
 « PLM pour les PME »

Le guide « PLM pour les PME » est intéressant, en ce qu'il aborde la problématique dans le cadre particulier des PME, dont les ressources de gestion des transformations sont plus limitées que celles des grands groupes industriels. Les principales thématiques traitées sont les suivantes :

- Au préalable : définir une stratégie ! Voici une méthode possible :

Étape	Processus
1.	Audit de l'entreprise
2.	Fonctionnement idéal
3.	Choisir une application pilote
4.	Déployer

- Dans une approche par les processus :
 - certains sont à figer (contrats/sous-traitance),
 - certains sont à laisser évolutifs.
 L'approche agile peut être contradictoire ou complémentaire. La collaboration doit être posée comme base de fonctionnement. Il ne faut faire une personnalisation du PLM que raisonnée, en distinguant les règles métiers, générales, et celles vraiment spécifiques à l'entreprise.
- Deux exigences générales à suivre :
 - Définir des modes d'emploi des logiciels (importance de la conception globale à l'amont).
 - Différencier selon les modes de fonctionnement des entreprises. Distinguer dans les fonctionnements et les processus, ceux relevant d'une communication synchrone non distribuée, synchrone distribuée, asynchrone distribuée ou non distribuée.
- Différencier les fonctionnements selon 3 niveaux de collaboration :
 - Communication.
 - Coordination.
 - Collaboration.
- En entreprise étendue, faire attention à ce qu'il existe des difficultés supplémentaires venant des différences en :
 - vocabulaires-culture-processus,
 - logiciels,
 - organisation de l'information.
- Il est indispensable de définir un vocabulaire commun, de fonder une culture partagée, de définir les techniques utilisées et les processus de collaboration.

- Les outils sont souvent sous-utilisés. Il y a donc nécessité de formations de haut niveau.
- Évaluer la capacité à collaborer.
- Définition de cas types en progression (ou de chantiers pilotes).

L'exemple de l'ESA (European Space Agency)

Présentation de la plateforme d'ingénierie concourante

Site internet de l'ESA :

[http://www.esa.int/Our Activities/Space Engineering Technology/CDF](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/CDF)

L'ESA conduit de nombreux projets spatiaux dont on sait combien ils doivent être sans erreur aucune sur plusieurs années de fonctionnement des missions et appareils. En effet, les solutions de réparation sont quasiment impossibles dans l'espace.

Pour réussir ces « sans-faute » l'ESA a mis en place en 1998, en sus des approches d'ingénierie des systèmes et d'ingénierie concourante (IC, ou Concurrent Engineering CE en anglais), **un équipement spécifique de revue de projets appelée « Plateforme d'ingénierie concourante »** (en anglais Concurrent Design Facility ou CDF). Cette plateforme est intensément utilisée, puisqu'elle a été utilisée pour 14 projets en 2014.



Plateforme d'ingénierie concourante

Données fournies par la plateforme

La plateforme, constituée d'une salle et de locaux annexes, est équipée des derniers équipements en matière d'ordinateurs en réseau, de terminaux multimédias et de logiciels, permettant à toute une équipe d'experts d'appliquer les méthodes de l'ingénierie concourante pour concevoir les missions spatiales futures.

La plateforme facilite l'interaction rapide et performante de toutes les disciplines impliquées, assurant ainsi des résultats cohérents et de grande qualité, dans un temps beaucoup plus rapide que par d'autres méthodes.

La plateforme est utilisée pour évaluer les faisabilités techniques et financières des futures missions spatiales et les nouveaux concepts de transports spatiaux, en fournissant :

- Études des missions-concepts.
- Évaluation comparée de diverses options et des substitutions entre systèmes.
- Validation des nouvelles technologies au sein de chaque mission.

Elle permet aussi :

- Conception des instruments et systèmes embarqués.
- Revues des études des phases industrielles.
- Consolidation et définition des exigences scientifiques.
- Investigation et enquête des dysfonctionnements.

Définition de l'ingénierie concourante (IC)

- Éducation et formation.

La définition adoptée par l'ESA pour l'ingénierie concourante (IC) est la suivante : « L'ingénierie concourante est une approche systémique d'un développement intégré d'un produit, qui privilégie la satisfaction des besoins du client. Elle suppose les valeurs de travail en équipe : coopération, confiance et partage, d'une telle manière que le processus de prise de décision est celui du consensus impliquant toutes les perspectives en parallèle, dès le début du cycle de vie du produit ».

Les 5 éléments de base de l'IC

Cette approche est basée sur les cinq éléments suivants :

- un processus,
- une équipe multidisciplinaire,
- un modèle intégré de conception,
- une plateforme physique,
- une infrastructure logicielle.

Un ensemble cohérent de paramètres de conception

La conception d'équipements spatiaux est basée sur des modèles mathématiques, faisant appel à des logiciels spécialisés et à des tableaux de données. Grâce à l'IC, un ensemble cohérent de paramètres de conception peuvent être définis et échangés tout au long d'une étude.

Tout changement qui pourrait avoir un impact sur d'autres disciplines peut ainsi être immédiatement identifié et collectivement évalué. De cette façon, il est possible de **conduire des nombreuses itérations de conception et des alternatives différentes peuvent être étudiées et comparées.**

3.2. L'aspect réglementaire

Préambule

Avant d'effectuer les recherches sur les pratiques de la revue de projet appliquée à la maquette numérique, une définition commune et partagée a été trouvée au sein du groupe de travail :

Définition de la revue de projet retenue par le groupe de travail

« La revue de projet permet d'évaluer la capacité d'un projet à satisfaire aux exigences du client, la conformité aux besoins, le respect de la qualité, des délais et des coûts. Elle permet de vérifier la cohérence technique (données et contraintes). Elle permet d'identifier les problèmes et de proposer des solutions. Elle permet de vérifier la conformité de l'étude avec le contrat. C'est une étape de prise de décision et de validation des éléments du projet ».

Pour connaître les éventuelles réglementations sur la revue de projet, un rapide état des lieux de la réglementation existante ou en cours sur la pratique du BIM a été effectué.

**L'usage du BIM
« encouragé » ou
obligatoire**

La Directive européenne n° 2014/24/UE du 26 février 2014, sur la passation des marchés publics, stipule dans son article 22 :

Directive européenne n° 2014/24/UE du 26 février 2014, sur la passation des marchés publics, article 22

« Pour les marchés publics de travaux et les concours, les États membres peuvent exiger l'utilisation d'outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires. Dans ces cas, les pouvoirs adjudicateurs offrent d'autres moyens d'accès, selon les dispositions du paragraphe 5, jusqu'à ce que ces outils soient devenus communément disponibles au sens de paragraphe 1, premier alinéa, deuxième phrase. "Les États membres veillent à ce que toutes les communications et tous les échanges d'informations effectués en vertu de la présente directive, et notamment la soumission électronique des offres, soient réalisés par des moyens de communication électroniques, conformément aux exigences du présent article. Les outils et dispositifs utilisés pour communiquer par des moyens électroniques, ainsi que leurs caractéristiques techniques, ne sont pas discriminatoires, sont communément disponibles et compatibles avec les TIC généralement utilisées, et ne restreignent pas l'accès des opérateurs économiques à la procédure de passation de marché. »

**Encouragement de
l'utilisation du BIM par
la DE « Marchés
publics »**

La Directive Européenne « Marchés publics » traite notamment de la dématérialisation des procédures et recommande dorénavant l'usage du BIM lors des appels d'offres et des concours de projets publics. Cela signifie que les 28 États membres de l'UE peuvent tous encourager, spécifier ou rendre obligatoire d'ici à 2016 l'utilisation du BIM pour les projets de construction et de bâtiments financés par des fonds publics.

**Délai de transposition
de la DE**

Ces textes doivent être transposés en droit français, au plus tard le 18 avril 2016 (en septembre 2018 pour la soumission des offres par voie électronique). Chacun des États membres peut choisir, soit la voie de l'incitation, soit celle de l'obligation.

**États où l'utilisation
du BIM est obligatoire**

Le Royaume-Uni, les Pays-Bas, le Danemark, la Finlande et la Norvège imposent d'ores et déjà cette condition aux marchés publics dans le bâtiment :

États	Références et liens
UK	http://www.bimtaskgroup.org/
NL	https://www.rijkswaterstaat.nl/English/highways/v-con/pilot-projects/index.aspx
DK	http://www.bygst.dk/english/knowledge/digital-construction/
FI	https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.buildingsmart.kotisivukone.com/COBIM2012/cobim_11_project_management_v1.pdf
NO	http://www.buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2014_vtt_sf_marzia_bolpagni_bim-procurement.pdf

En France

Le Plan de Transition numérique du Bâtiment (PTNB), présidé par M. Bertrand DELCAMBRE, est lancé depuis le début d'année 2015. Le dispositif comprend un comité de pilotage réunissant les acteurs de la filière, un comité technique « opérationnel » et la constitution de 5 groupes de travail, dont les thèmes de travail sont :

- Expérimentation norme PPBIM et bibliothèques d'objets.
- Maîtrise d'ouvrage et BIM.
- Cycle de vie, standardisation et interopérabilité.
- Numérisation et modélisation de l'existant.
- Analyse des retours d'expérience.

Annexe

Cf. Annexe 5 : PTNB.

En Europe	Nous vous présentons ci-dessous les évolutions et les dispositions appliquées en Grande-Bretagne, en Norvège, en Finlande et en Suède.
Annexe	Voir aussi le Benchmark du numérique dans le bâtiment réalisé par le PTNB : cf. Annexe 5 : PTNB

Pays	Évolutions et dispositions
Grande-Bretagne	La Grande-Bretagne veut rendre le BIM obligatoire dès 2016 : l'initiative britannique est unique par son volontarisme et sa structuration. Le point de départ est le document « Stratégie gouvernementale Royaume-Uni », publié par le « Cabinet Office » le 31 mai 2011. Il s'agit d'un rapport annonçant l'intention du Gouvernement d'exiger l'usage du 3D collaboratif BIM pour tous projets à l'échéance 2016.
	Le gouvernement se place donc aux côtés de l'industrie de la construction, dans un programme de quatre ans pour la modernisation du secteur, avec comme objectif clé la réduction du coût global et de l'empreinte carbone à hauteur de 20 % pour la filière construction. La motivation est claire : les dépenses du Gouvernement représentent une part significative du business construction. En se positionnant comme client plus exigeant, il entraîne ainsi l'ensemble de la filière par son exemplarité.
Norvège	En Norvège, il existe une exigence pour un livrable sous forme de modèle 3D (appelé <i>collaboration mode</i>), en complément des plans usuels. Cette exigence est exprimée par le Maître d'Ouvrage (État / collectivités territoriales) dans le marché public, en conformité avec les recommandations d'un livre blanc, guide de bonnes pratiques (Handbook 138), qui a été rédigé par le Ministère des Transports et qui fournit les spécifications de ces modèles.
	Le Ministère des Transports suit et participe aux travaux de BuildingSmart, qui lui semble la voie à suivre pour le futur.
	L'usage de modèles 3D de projets d'infrastructure partagés entre Maître d'ouvrage, Maître d'œuvre/BET et entreprises a débuté il y a 10 ans et est devenu systématique pour les projets de taille moyenne et importante ; il le devient pour les projets de plus petite taille.
Finlande	En 2015 les Norvégiens ont mis en œuvre un générateur de « conformité BIM », afin de tester un livrable en Open BIM. Ce sont des tests qui permettent de valider un livrable par phase et par objet.
	En Finlande, l'exigence pour les livrables est une conformité à un format appelé Inframodel (qui est une implémentation sur base LandXML).
	Le Ministère des Transports suit et participe aux travaux de BuildingSmart, qui lui semble la voie à suivre pour le futur.
Suède	L'usage de modèles 3D de projets d'infrastructure partagés entre Maître d'ouvrage, Maître d'œuvre/BET et entreprises est régulier, mais n'est pas aujourd'hui une disposition imposée dans les marchés publics.
	En Suède l'exigence pour les livrables est LandXML, complété des formats DWG ou DGN.
	Le Ministère des Transports participe aux travaux de l'initiative V-CON, projet européen, qui doit produire des nomenclatures IFC pour les données de définition des ouvrages de projets d'infrastructure.
	L'usage de modèles 3D de projets d'infrastructure partagés entre Maître d'ouvrage, Maître d'œuvre/BET et entreprises devient régulier, mais n'est pas aujourd'hui une disposition imposée dans les marchés publics.

Au Moyen-Orient	Selon une enquête effectuée en 2011 par BuildingSmart Moyen-Orient auprès des décideurs en Jordanie et dans les pays du Conseil de coopération du Golfe (Organisations gouvernementales, Maîtres d'ouvrage publics, consultants, contractors, etc.) :
État de la connaissance et de l'utilisation du BIM	
	<ul style="list-style-type: none"> • 21 % ne connaissaient pas du tout le BIM. • 54 % en ont entendu parler, mais n'utilisent pas le BIM (41 % indiquent notamment « ne pas savoir par où commencer le process »). • 25 % se définissent comme des utilisateurs. Ce sont en majorité des consultants et entrepreneurs.

<p>Situation dans les Émirats</p> <p>BIM et revue de projet</p>	<p>Depuis, les Émirats sont en plein développement du BIM. Sur les projets de métro en cours ou bientôt attribués à Doha et à Riyad, la conception collaborative en mode BIM est intégrée dans les marchés de Design & Build (outils imposés par le Contractor).</p> <p>La société QVDC a imposé l'usage d'un contrôle normatif pour la Direction de projet du New Orbital Highway (route express en partie nord et ouest de Doha).</p>
<p>En Asie</p> <p>Corée</p> <p>Singapour</p> <p>Marché chinois</p>	<p>Dans le Bâtiment, le taux de pratique du BIM en Asie est limité, à l'exception du Japon (85 %) et de la Corée du Sud (58 %).</p> <p>En Corée, l'utilisation du Guide BIM national est obligatoire à partir de 2016, pour toute commande publique. Il contient les prérequis et les livrables.</p> <p>Singapour développe la pratique rapidement (65 %), mais en adoptant le BIM uniquement pour les phases de planification.</p> <p>Sur le marché chinois, seul un faible pourcentage d'entreprises utilise régulièrement le BIM, selon une enquête conduite en 2012 et publiée en 2013 par The China Construction Industry Association (CCIA). Selon Li Fei, Secrétaire général, moins de 15 % des 388 entreprises chinoises de construction ayant participé à la recherche, indiquent avoir utilisé du BIM, mais 55 % en ont néanmoins déjà entendu parler.</p>
<p>Conclusion</p>	<p>Nous n'avons pas trouvé de règlement spécifique sur la revue de projet. Cependant, des préconisations d'organisation d'un projet en mode BIM peuvent être proposées. Des modes opératoires commencent à émerger sur la validation d'un livrable réalisé en BIM.</p> <p>En effet, considérant les aspects réglementaires peu directifs ou éclairants, ce sont plutôt les méthodes et processus d'organisation qui nous semblent importants. C'est notamment vrai s'ils s'accompagnent d'une description précise des différents rôles associés (BIM Management, etc.).</p>

3.3. Bonnes et mauvaises pratiques

<p>Préambule</p>	<p>Nous avons choisi d'utiliser une trame commune pour présenter les bonnes et mauvaises pratiques dans le cadre d'une revue de projet technique avec maquette numérique. Cette trame se compose de deux parties :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une description des recommandations générales sur la revue de projet technique, développées ci-après. • Un développement des bonnes et mauvaises pratiques, par le biais de la matrice des interfaces : 4 groupes d'acteurs, au travers de 3 domaines définis et au fil de 4 phases du projet (cf. le schéma « Recueil des bonnes et mauvaises pratiques » ci-après).
-------------------------	---

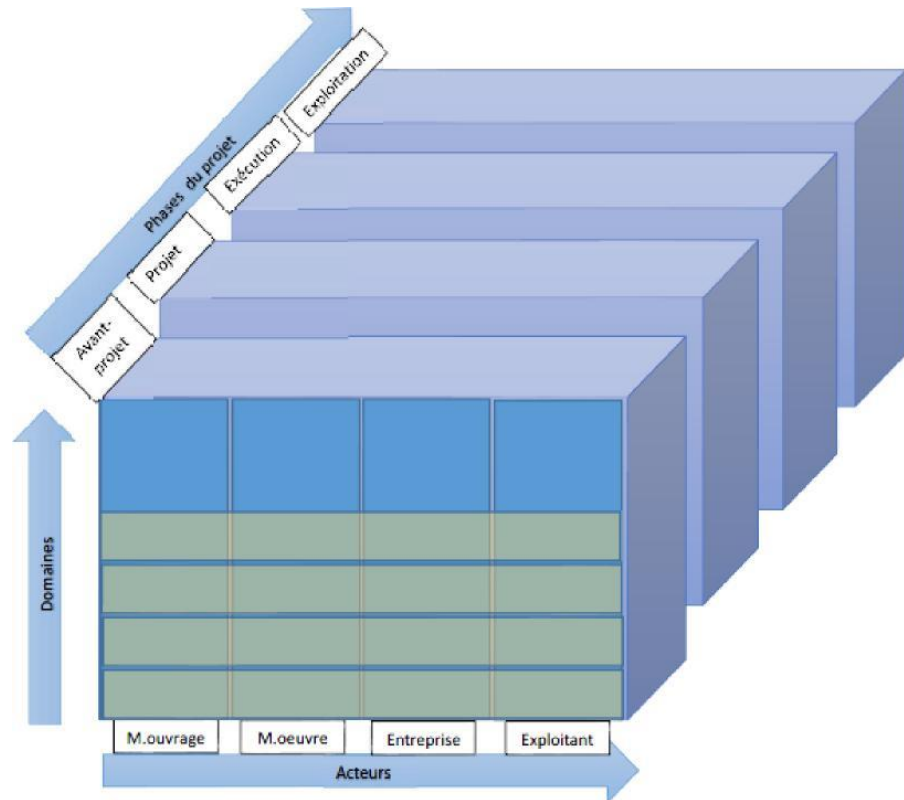
Recommandations générales sur la revue de projet technique

Les recommandations générales sur la revue de projet technique sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Ordre du jour et points de contrôle	
Bonne pratique	Énoncer les objectifs attendus, qui doivent être clairs, quantifiables, contrôlables et atteignables.
	Arrêter les technologies utilisées.
	Tracer exactement l'ensemble des documents de référence (la revue de projet est « évolutive »).
Mauvaise pratique	Utiliser une maquette numérique issue de la maquette globale, mais dédiée aux points prévus à l'ordre du jour (il n'est pas utile d'utiliser toute la maquette).
	Ne pas établir de définition de listes de contrôles et de vérifications prédéfinies.
	Utiliser une maquette numérique générale de synthèse, qui n'est pas spécifiquement générée en fonction de l'ordre du jour et des points de contrôle.
Mauvaise pratique	Utiliser une maquette qui n'est pas issue de la maquette globale, mais qui est une version intermédiaire/annexe, non consolidée.
	Utiliser une maquette numérique générale de synthèse, qui n'est pas spécifiquement générée en fonction de l'ordre du jour et des points de contrôle.
	Utiliser une maquette qui n'est pas issue de la maquette globale, mais qui est une version intermédiaire/annexe, non consolidée.
Vérification de la conception par rapport aux cahiers des charges (contrôle des exigences)	
Bonne pratique	Énoncer clairement tous les usages attendus de la MN, construire les points de convergence et les points de vérification.
	S'appuyer sur la puissance des outils et leurs nouvelles fonctionnalités.
	Associer les points de contrôle à des vues maquettes.
Mauvaise pratique	Utiliser une maquette numérique générale de synthèse, qui n'est pas spécifiquement générée en fonction de l'ordre du jour et des points de contrôle.
	Utiliser une maquette numérique générale de synthèse, qui n'est pas spécifiquement générée en fonction de l'ordre du jour et des points de contrôle.
Définition des jalons avec un état d'avancement des informations à valider	
Bonne pratique	Établir une planification prévisionnelle : phases-jalons/acteurs/informations.
Mauvaise pratique	Caler l'intégration des éléments dans la MN, sur le planning des livrables et non pas sur les besoins réels de conception et de réponses aux exigences.
Définition des vues de la maquette : qu'est-ce que l'on vérifie et comment ?	
Bonne pratique	Impliquer les acteurs concernés.
	Préparer les vues nécessaires, en fonction des points de contrôle à effectuer.
	Préparer les points de vue à traiter, au moyen de réunions de préparation, avec un listing des points de contrôle et des points de vue à traiter pendant la période séparant les deux revues successives.
Suivi et validation des statuts des fichiers pendant la revue de projet technique	
Bonne pratique	Consigner et archiver tous les éléments de validation, de contrôle et de traçabilité nécessaire au mode numérique.
	Préparer la liste des fichiers sources intégrés et prêts pour la coordination 3D.
Mauvaise pratique	Intégrer et sensibiliser trop tardivement par rapport à l'avancée de la conception.
Préparation de la MN pour la revue de projet technique : (revue interne de maquette, revue de coordination 3D, etc.)	
Bonne pratique	Hiérarchiser les sujets en fonction de leur degré de complexité. Cela permet d'optimiser les durées des réunions de projet techniques et la présence des acteurs impliqués.
Préparation de la revue de projet technique	
Bonne pratique	Impliquer les acteurs, en les accompagnants sur les technologies, au besoin.
	Faire participer régulièrement les acteurs, lors des revues amont, fédère autour de la MN et permet une progression significative dans la résolution de problèmes d'interface.
Mauvaise pratique	Préparer les revues (acteurs et partenaires), sans avoir recours à la MN (compétence et intérêt trop souvent propre à l'équipe BIM).

Recueil des bonnes et mauvaises pratiques par le biais de la matrice des interfaces

La matrice de « collecte » s'organise autour de 4 groupes d'acteurs, 3 domaines identifiés et 4 phases de vie du projet.



Représentation matricielle des interfaces dans la revue de projet

Recueil des témoignages

Le recueil des témoignages sur les bonnes et mauvaises pratiques s'orchestre autour de trois questions :

- Bonnes et mauvaises pratiques au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?
- Bonnes et mauvaises pratiques au niveau de la validation des données.
- Bonnes et mauvaises pratiques concernant les données (représentation géométrique, attributs et métadonnées) à qualifier (notion de « flou »).

Cartographie des témoignages recueillis

Voici la cartographie des témoignages recueillis :

4 phases du cycle de vie		4 groupes d'Acteurs															
		Maîtrise d'ouvrage				Maîtrise d'œuvre				Entreprise				Exploitant			
		AVP	Pro	Exec	Exploit	AVP	Pro	Exec	Exploit	AVP	Pro	Exec	Exploit	AVP	Pro	Exec	Exploit
3 Domaines																	
1 SITE																	
	Géologie	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Géotechnique	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Hydrologie	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cartographie	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cadastre / Foncier	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Contraintes environnementales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Prise en compte de l'existant	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2 PROJET																	
	Tracé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Implantation	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Impacts (*)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Structures	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Equipements	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Process et fonctionnalités	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Méthodes (**)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Gestion des coûts	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3 UTILISATIONS&USAGES																	
	Exploitation	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Maintenance	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Gestion évolutive du patrimoine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
(*) environnementaux, socio-économique, réglementaires		X avec réponses															
(**) organisation, planification, modes opératoires		■ champ n'existant pas															

Cartographie des témoignages recueillis

Résultats obtenus

Les résultats obtenus sont les suivants :

Maîtrise d'ouvrage			
Phase	Domaine	Sous-domaine	Bonnes pratiques
AVP	Caractérisation du site	Géologie Géotechnique Hydrologie Cartographie	Disposer de données (sondages, par exemple) qui soient géolocalisées, en x, y et z ; relatives à toutes les couches SIG utiles/nécessaires, avec le bon système de coordonnées (RGF 93 ou CC). Intégrer les données (état des lieux) en couches SIG + données attributaires + métadonnées. Ces données sont intégrables dans la maquette numérique (en 2D ou en 3D, selon la source). Si le Maître d'Ouvrage a une Assistance Maîtrise d'Ouvrage (AMO), cela peut être l'AMO qui s'en charge.
		Cadastre/Foncier	Réaliser une analyse foncière en volume (cadastre en 3D). Idem pour le PLU. Ces données peuvent alors être intégrables dans la maquette numérique, en données annexes de référence.
		Contraintes environnementales.	Prendre en compte les données des trames vertes et bleues (couloirs écologiques), par exemple, quand celles-ci existent, ou toutes autres données de ce type et les intégrer, si cela s'avère utile. Cela nécessite une validation de ces données en amont (elles sont généralement en 2D).
	Caractérisation du projet	Équipements Gestion des coûts	Être capable de calculer un retour sur investissement (RSI) dès l'avant-projet, prenant en compte le projet lui-même et la gestion d'exploitation (estimer un coût global).
PRO	Caractérisation du projet	Équipements Gestion des coûts	Être capable de calculer un retour sur investissement (RSI) prenant en compte le projet lui-même et la gestion d'exploitation (estimer un coût global).
EXE	Caractérisation du site	Géologie Géotechnique Hydrologie Cartographie	Mettre à jour les couches d'informations SIG (2D) et les qualifier.
		Contraintes environnementales.	Vérifier l'impact par rapport aux contraintes environnementales.
	Caractérisation du projet	Équipements Gestion des coûts	Vérifier les équipements prévus (grâce à la MN). Mettre à jour le calcul de RSI.
		Utilisations & usages	Exploitation Maintenance Gestion évolutive du patrimoine
EXP	Caractérisation du site	Hydrologie Cartographie	Vérifier l'impact sur l'hydrologie existante. Mettre à jour la cartographie SIG (2D/3D).
		Cadastre/Foncier	Mettre à jour le cadastre 3D.
		Contraintes environnementales.	Vérifier le respect des contraintes environnementales.
		Prise en compte de l'existant	Mettre à jour l'existant.
	Caractérisation du projet	Impacts Gestion des coûts	Vérifier les différents impacts. Vérifier le RSI.
		Utilisation & usages	Exploitation Maintenance Gestion évolutive du patrimoine

Maîtrise d'œuvre			
Phase	Domaine	Sous-domaine	Bonnes pratiques (BP) et mauvaises pratiques (MP)
AVP	Caractérisation du site	Géologie Géotechnique Hydrologie Cartographie Cadastré/Foncier Contraintes environnementales.	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?
			BP Les données sont géolocalisées, datées, indiquent leur mode d'acquisition, leur précision (réf. norme, tolérance).
			BP Conservation des sources des données.
			Au niveau de l'alimentation des données
			BP Procédure suivant une règle définie préalablement lors de la réception des données
			Concernant les données (représentation géométrique, attributs et métadonnées) à qualifier (notion de « flou »)
			MP pas de représentation explicite de ces données
			Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?
			BP Vérifier la cohérence des données (importance notable sur les projets en milieu urbain principalement).
			MP Fournir des données pour la modélisation de l'existant et du projet, trop précises et trop denses (contexte étude de bruit).
	MP Avoir une durée des itérations de conception des modèles de bruit et des modèles de plateforme très différents.		
	Caractérisation du Projet	Tout item	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?
			MP Mettre à disposition des données pour la synthèse de manière trop irrégulière.
			MP Ne pas respecter les instructions de projet et standardisation (règles de nommages des fichiers et calques).
			Au niveau de la validation des données
			BP Valider le modèle lors d'une revue interne de maquette, avant intégration (contrôle des objets 3D et des caractéristiques techniques du modèle).
			MP Valider trop tardivement la modélisation des données.
			MP Valider de la donnée 3D, dans le cas où elle est trop dépendante de la production des livrables 2D contractuels.
			Concernant les données (représentation géométrique, attributs et métadonnées) à qualifier (notion de « flou »)
			BP Pouvoir identifier différemment les objets qui sont validés, de ceux qui ne sont plus à jour et de ceux qui sont en cours de validation.
BP Pouvoir répondre à la question « Comment représenter un élément qui n'est pas encore entièrement défini ? »			
MP Ne pas mettre en évidence la précision, le niveau de validation ou le flou de chaque donnée. Préconisation : les outils doivent permettre de représenter les mêmes informations, de plusieurs manières, afin de mettre en évidence les points à traiter (luminance, nuances, etc.), pas d'interopérabilité des données métier avec les outils d'intégration et de synthèse.			
Tracé Implantation Impacts	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?		
	BP Utiliser les couches SIG 2D, quand elles existent (à fournir par le Maître d'Ouvrage).		

Maîtrise d'œuvre					
Phase	Domaine	Sous-domaine	Bonnes pratiques (BP) et mauvaises pratiques (MP)		
			BP Stocker et délivrer les tracés dans des formats standards tels que le LandXML.		
			BP Disposer d'outils qui répondent aux besoins : performances, gestion de linéaires de plusieurs centaines de kilomètres, représentations particulières, type profil et outil de repérage en couples (abscisse, déport).		
		Structures	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?		
			MP Ne pas géoréférencer des ouvrages d'art.		
		Équipements	Concernant les données (représentation géométrique, attributs et métadonnées) à qualifier (notion de « flou »)		
			BP Favoriser la modélisation 3D lors de la conception, pour permettre une intégration immédiate dans le modèleur.		
		Process et fonctionnalités	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?		
			MP Ne pas avoir de processus commun entre entreprises « collaborantes », mais sur des sites géographiques différents.		
		PRO	Caractérisation du Site	Géologie	Voir « phase AVP » précédemment
				Géotechnique	Au niveau de la validation des données
Hydrologie					
Cartographie					
Cadastre/Foncier	BP Vérifier la cohérence / AVP				
Prise en compte de l'existant	Au niveau de la validation des données				
	BP Vérifier la cohérence des données (importance notable sur les projets en milieu urbain, principalement).				
Caractérisation du Projet	Tout item		Voir « phase AVP » précédemment		
			Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?		
	BP La MN doit permettre d'intégrer les différents outils de modélisation des acteurs.				
Équipement	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?				
	BP Définir géométriquement les équipements, mais aussi caractériser leur usage / performance.				

Entreprise			
Phase	Domaine	Sous-domaine	Bonnes pratiques (BP) et mauvaises pratiques (MP)
AVP	Caractérisation du site	Géologie	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?
		Géotechnique	
		Hydrologie	BP Géolocaliser les données, les dater, indiquer leur mode d'acquisition, leur précision (réf. norme, tolérance).
		Cartographie	BP Utiliser les coordonnées géolocalisées de projet en commun.
		Cadastre/Foncier	

Entreprise				
Phase	Domaine	Sous-domaine	Bonnes pratiques (BP) et mauvaises pratiques (MP)	
	Caractérisation du projet	Contraintes environnementales. Prise en compte de l'existant	BP Conserver les sources des données.	
		Tout item	BP Conserver tous les historiques des données et des actions.	
		Tracé Implantation	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?	
			MP	Ne pas fournir la définition mathématique de l'axe du tracé (planimétrie et profil en long) : listing des paramètres des éléments de tracé, en se limitant à une représentation graphique de l'axe du tracé.
			MP	Ne pas fournir un plan d'implantation géolocalisé dans le référentiel commun.
			Concernant les données (représentation géométrique, attributs et métadonnées) à qualifier (notion de « flou »)	
		Structures	Au niveau de la validation des données	
			BP	Vérifier l'absence de collisions des volumes des structures.
			BP	Vérifier les liaisons entre éléments structuraux.
		PRO	Caractérisation du Site	Tout item
Caractérisation du Projet	Tout item		Voir « phase AVP » précédemment	
			Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?	
			BP	Pouvoir intégrer dans la MN les différents outils de modélisation des acteurs.
	MP		Mettre à disposition de manière trop irrégulière les données pour la synthèse.	
	Structures		Au niveau de la validation des données	
			BP	Vérifier l'absence de collisions des éléments au niveau des structures, absence d'éléments disjoints (qui devraient être fusionnés).
			Concernant les données (représentation géométrique, attributs et métadonnées) à qualifier (notion de « flou »)	
			MP	Ne pas placer d'étiquettes sur certains éléments (trémies par exemple).
MP	Ne pas respecter les instructions de projet et de standardisation (règles de nommages des fichiers et calques).			
EXE	Caractérisation du Site	Géologie	Voir « phases AVP & Projet » précédemment	
		Géotechnique	Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?	
		Hydrologie	BP	Utiliser les données créées lors des phases en amont, après procédure de contrôle à établir.
		Cartographie	BP	Tenir la banque des informations à jour des développements réalisés (relevés, découvertes, etc.).
		Cadastre/Foncier	BP	Partager l'ensemble des données (ycp SIG) avec le Maître d'Ouvrage (y compris MAJ réalisées par l'entreprise).
		Contraintes environnementales. Prise en compte de l'existant	BP	

Entreprise			
Phase	Domaine	Sous-domaine	Bonnes pratiques (BP) et mauvaises pratiques (MP)
	Caractérisation du Projet	Équipements	Voir « phases AVP & Projet » précédemment
			Au niveau de l'alimentation de la maquette : qui doit alimenter la maquette et par quelles données ?
			BP Définir géométriquement les équipements, mais aussi les caractériser pour leur usage / performance.
			BP Utiliser des bibliothèques de composants ou de produits catalogue, suivant les spécifications du projet.
	Utilisations & Usages	Maintenance	BP Intégrer les exigences du mainteneur

Exploitant			
Phase	Domaine	Sous-domaine	Bonnes pratiques
AVP	Utilisations & usages	Exploitation Maintenance Gestion évolutive du patrimoine	Être capable de calculer un retour sur investissement (RSI) dès l'avant-projet, prenant en compte la gestion d'exploitation.
			Estimer les coûts de maintenance.
			Prévoir la formation des agents de maintenance (usage d'une maquette numérique).
EXE	Utilisations & usages	Exploitation Maintenance Gestion évolutive du patrimoine	Vérifier les usages potentiels (entre ce qui a été prévu initialement et ce qui peut être de nouveaux usages ou des usages modifiés).
			Préparer la maintenance (si le Maître d'Ouvrage n'est pas l'exploitant).
			Préparer la gestion future (si le Maître d'Ouvrage n'est pas le gestionnaire).
EXP	Tous items	Tout item	Valider le RSI (si le Maître d'Ouvrage n'est pas l'exploitant).
			Mettre à jour le DOE numérique (si le Maître d'Ouvrage n'est pas l'exploitant).

3.4. Spécificité de la revue de projet d'infrastructures

Préambule	Les projets d'infrastructure et d'aménagement présentent pour la plupart des caractéristiques spécifiques. Elles impliquent, en revue de projet, des questionnements et des vérifications spécifiques.
------------------	--

Cinq caractéristiques principales	<p>Ces caractéristiques spécifiques sont liées à la grande envergure ou au grand développé des projets d'infrastructures, qu'ils soient en surface ou enterrés. Ces caractéristiques sont au nombre de cinq :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la problématique du géoréférencement d'un projet, • le recouvrement potentiel existant entre SIG et bases de données projet, • la connaissance du sous-sol, naturel comme construit (réseaux enterrés, fondations, galeries), • l'hétérogénéité des entrants, tant en nature qu'en format, • l'hétérogénéité des ouvrages.
--	--

Première caractéristique : la problématique du géoréférencement d'un projet

Étendu sur plusieurs centaines de km, il peut se développer sur plusieurs systèmes de coordonnées

Étendu sur plusieurs centaines de km, il peut souffrir de déformation en ses extrémités sur un même système de coordonnées

La réalisation d'une polygonale topométrique de référence est un élément critique / comme l'est tout autant sa vérification

Première caractéristique : la problématique du géoréférencement d'un projet

Pour les projets à composantes maritimes, s'assurer de la compréhension de l'implication potentielle des différences entre référentiels terrestre et maritime

Le relevé de la situation existante sur des grandes dimensions conduit souvent à mixer différentes méthodes : levés topographiques classiques, levés laser terrestres statiques et mobiles, levés laser aériens ; photogrammétrie ; digitalisation ; intégration de BD IGN

Au-delà de la difficulté technique intrinsèque, sous-estimée, le volume très important de données complexifie le sujet pour les logiciels basés fichier (par opposition à ceux appuyés sur une base de données)

Avec une attention particulière à porter sur la définition/les échanges du fil rouge du projet (typiquement avec clothoïdes en plan et paraboles en PL) et le système de référencement linéaire (abscisses curvilignes) associé

Deuxième caractéristique : le recouvrement potentiel existant entre SIG et bases de données projet

Les données d'un SIG (typiquement 2D voire 2D+z) peuvent/doivent servir le projet (3D), pour des sujets comme la topo de base (xyz), le foncier (emprises projet / acquisition foncière) et l'analyse d'impact (populations/bassins versants/faune/etc.), fonctionnalités dont un SIG dispose typiquement

La gestion du développement du projet cherche à éviter les doublons, et les risques associés, et la nécessité d'interfacer SIG 2D (2D+) s'impose

Troisième caractéristique : la connaissance du sous-sol, naturel comme construit (réseaux enterrés, fondations, galeries)

Développé en sur-sol comme en sous-sol, un projet d'infrastructure impose de devoir gérer en 3D les couches du sous-sol et les ouvrages et réseaux enterrés

En termes de géologie, on doit se préoccuper de la faisabilité d'échanges avec les sortants des logiciels d'interprétation géologique, et de la gestion/modélisation de conditions particulières du sous-sol (recouvrements / poches)

En termes d'ouvrages et de réseaux enterrés, la documentation existante est souvent faible (en couverture comme en qualité), et si des techniques de relevé innovantes sont proposées récemment, il faut prévoir de réaliser des contrôles croisés (par sondage/échantillonnage)

La contrainte induite pour la base de données projet est de pouvoir gérer pour le sous-sol des entités surfaciques comme des entités volumiques

Quatrième caractéristique : l'hétérogénéité des entrants, tant en nature qu'en format

En nature, c'est à dire, sous forme 3D géoréférencés, 3D non géoréférencés mais avec point d'insertion, 2D (projetés dans les 2 plans) ou synoptique, voire listings : toutes natures potentiellement légitimes d'être produites au regard du métier concerné ; par ex : 2D pour un ouvrage hydraulique (OH), synoptique pour des équipements signalisation ou pour les artères câblées d'un projet LGV issu d'un calcul de dimensionnement, bien que les équipements aient une dimension et un positionnement physique, à matérialiser dans le modèle 3D

En format, c'est-à-dire, disponibles dans des formats binaires propriétaires issus de logiciels multiples, reflète des nombreux métiers impliqués, d'où l'utilité des échanges en format neutre (IFC, LandXML)

Cinquième caractéristique : l'hétérogénéité des ouvrages

Pour certains surfaciques (terrain naturel (TN) / couches du sous-sol), pour d'autres volumiques (tablier, piles, chevêtres et pieux d'un ouvrage d'art (OA))

Pour certains linéaires (tunnel et ses voussoirs), pour d'autre ponctuels (station)

D'où la nécessité pour la base de données projet de pouvoir gérer ces entités surfaciques et volumiques

Avec une complexité supplémentaire pour les ouvrages de génie civil (GC) linéaires (tablier, mais aussi mur de soutènement, dispositif antibruit) dont la définition est relative au fil rouge (3D avec clothoïdes en plan et paraboles en PL)

Pour un tablier (béton), la définition géométrique de l'enveloppe doit être fonction en longitudinal de l'inertie variable ou constante (issue du calcul de dimensionnement) et en transversal de la chaussée à porter (dévers et ses variations, élargissement)

Pour un mur de soutènement ou antibruit, la définition géométrique doit pouvoir refléter une contrainte par plusieurs génératrices 3D (en tête comme en pied) relative au fil rouge de la voie supportée et par les gabarits disponibles pour l'implantation.

Interfaces

Enfin, on pourrait aussi citer les interfaces à assurer avec des outils de calculs connexes qui ont utilité à exploiter la géométrie 3D du projet :

- Étude d'impact du bruit (base : existant + surfaces du projet).
- Étude de visibilité (base : existant et ses obstacles + surfaces et équipements du projet).
- Tout comme l'aspect Méthodes qui en incorporant le planning autorise l'étude en 4D : sujet sur lequel la spécificité tient à la difficulté de gérer des variantes (temporelles et/ou « optionnées ») des terrassements (excavation/comblement) successifs amenant l'évolution des surfaces de référence (base d'appui) du projet.

La revue de projet doit donc poser les questionnements nécessaires sur ces sujets, et notamment vérifier comment les éléments du projet soumis (en 3D) ont été constitués (modélisation et géoréférencement), afin de s'assurer de la non-déperdition lors des échanges et réaliser le suivi des vérifications particulières requises.

4. LA REVUE DE PROJET DANS L'ENVIRONNEMENT DU NUMERIQUE SELON LE CYCLE DE VIE DU PROJET

Préambule

L'outil de pilotage IPAT

Dans le but de structurer notre réflexion, nous sommes partis d'un outil de pilotage et d'évaluation des projets d'infrastructure (Infrastructure Project Assessment Tool ou IPAT), d'une façon complète et applicable par tous, avant, pendant et après l'exécution des travaux. Cet outil est lui-même le résultat d'une initiative du NETLIPSE. NETLIPSE est un réseau européen pour l'échange de la connaissance, la recherche et les programmes de formation, piloté par les ministères des transports anglais et néerlandais, la Commission européenne, ainsi que de nombreux acteurs sectoriels à travers l'Europe.

Une décomposition de l'étude de la revue de projet en 12 thèmes, et utilisation de l'outil Freemind

L'IPAT décompose la revue de projet en 12 thèmes à considérer. La structuration plus détaillée est propre à ce document et elle a été développée graphiquement en utilisant le **principe de la cartographie heuristique (avec l'outil open source Freemind)**. Seuls les 3 premiers niveaux sont dépliés sur les captures de la carte heuristique (voir en annexe la carte globale).

Dans toute la suite du document, le terme « revue de projet » peut être utilisé indifféremment au singulier ou au pluriel, pour désigner tout à la fois les réunions individuelles de revue de projet et le processus global de revue de projet.

Les différentes réunions ont permis de détailler un certain nombre de thèmes, mais il reste encore quelques thèmes à affiner.

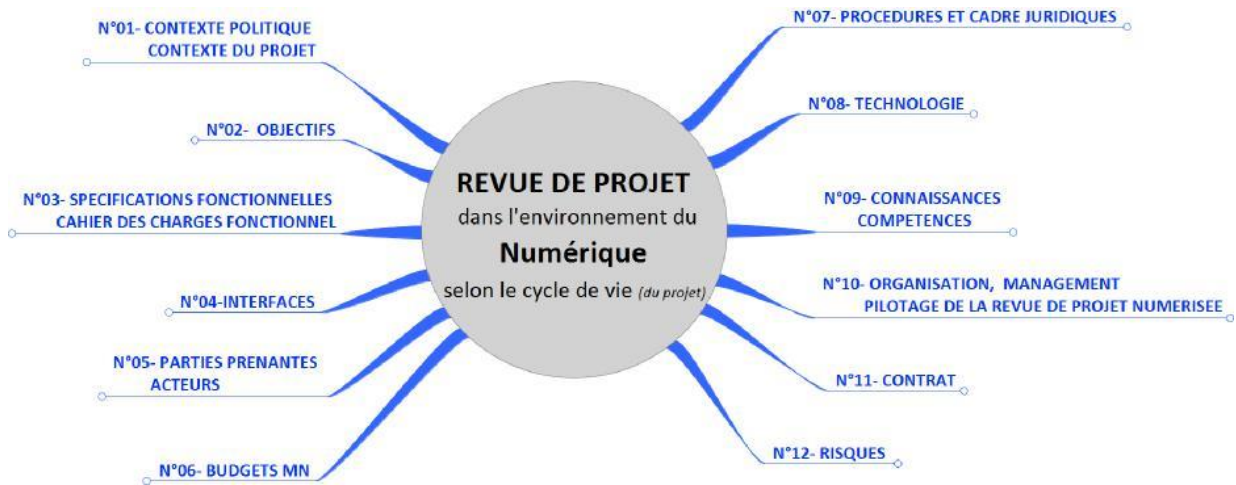
Résumé des 12 thèmes

Le tableau suivant présente le contenu du document, selon les 12 thèmes :

Chapitre	Contenu
4,1	Contexte, de toutes natures, dans lequel se place toute revue de projet numérisée
4,2	Objectifs possibles
4,3	Fonctions
4,4	Interfaces
4,5	Parties prenantes à la revue de projet, ou les points de vue dont il faut veiller à la représentation, aux cas où les parties prenantes n'auraient pas encore été désignées
4,6	Coûts associés à la revue de projet
4,7	Procédures et cadres juridiques
4,8	Dispositions d'ordre technologique
4,9	Compétences nécessaires
4,10	Organisation des ressources et façon de manager et piloter les revues de projets, en contexte numérisé
4,11	Demandes qu'il est souhaitable de traiter dans les dispositions contractuelles
4,12	Risques liés à l'introduction d'une revue de projet numérisée

Carte générale

Les 12 thèmes de développement sont présentés dans la carte suivante :



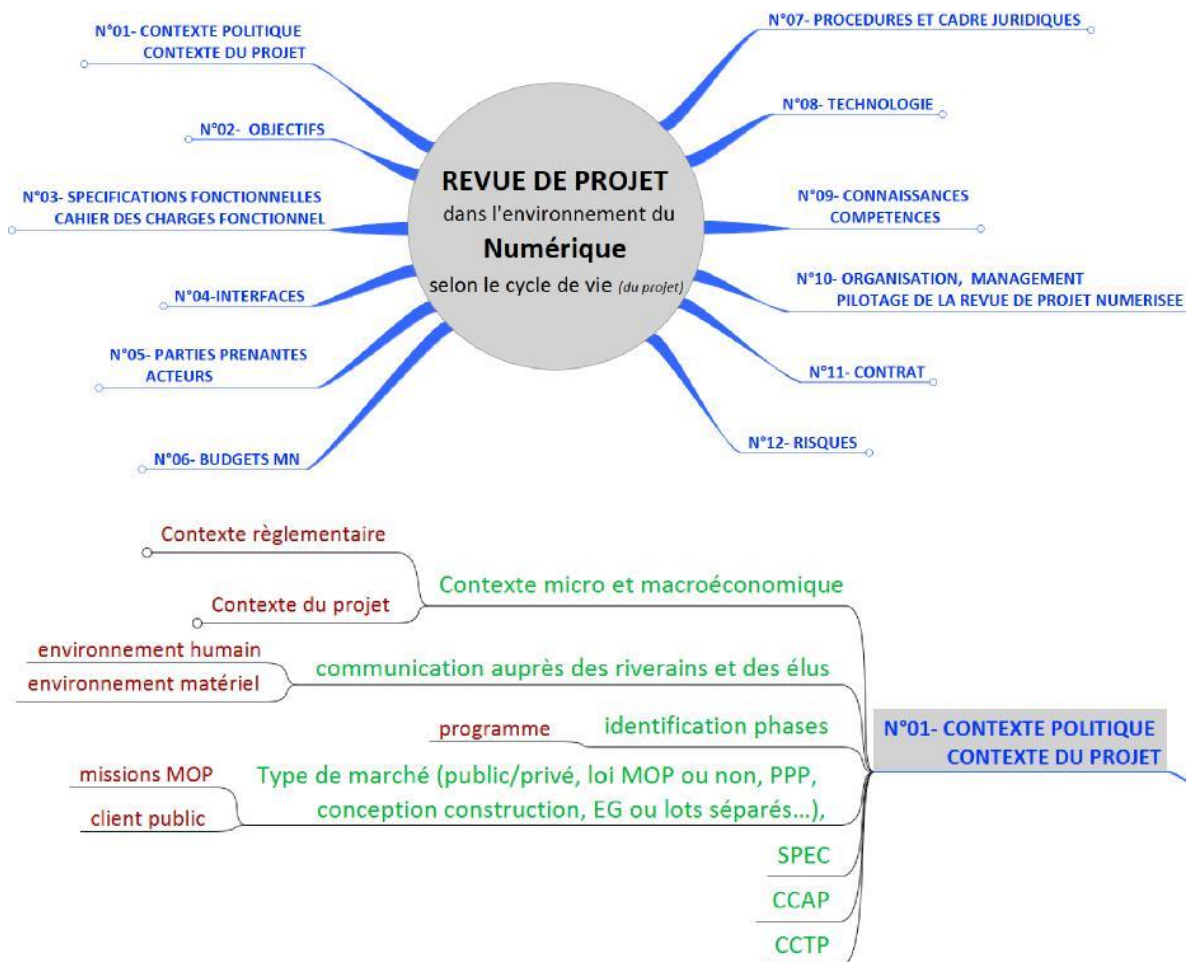
Carte générale

Cette cartographie heuristique est développée en détail, thème par thème, dans la suite de ce document.

4.1. Contexte politique / contexte du projet

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 1 :



Carte Freemind thème I

Préambule

Il s'agit de caractériser toutes les composantes contextuelles dans lesquelles doit se dérouler la revue de projet :

- **Contexte micro et macroéconomique** : sans aller détailler les acteurs qui sont l'objet du chapitre 4.5, il est intéressant de considérer les pratiques du secteur et sa maturité (expérience et compétences) vis-à-vis des processus numériques de conduite de projet.
- **Contexte réglementaire**, qui couvre les aspects des lois, décrets et règlements applicables, ainsi que les normes et standards. Ce contexte est en évolution rapide sous la pression des acteurs et des pouvoirs publics, ainsi que celle des nouveaux entrants originaires du numérique proprement dit.
- **Contexte du projet lui-même.**

Importance d'une identification précise

L'identification précise de ce contexte est importante pour pouvoir mettre au point les mesures temporaires d'adaptation, la conduite du changement dans les organisations et fixer le cadre contractuel complémentaire, de façon à atteindre les objectifs qui ont été fixés pour la revue de projet.

Mettre en avant la communication

Au vu de l'importance des interactions avec les tiers et le public lors de toute construction d'infrastructure, il est conseillé de mettre en avant les aspects de communication vis-à-vis des riverains, du public, des usagers et des élus. La question de la communication porte tant sur les aspects humains que sur les dimensions matérielles d'ouvrages ou d'installations en service ayant une importance économique majeure.

Éléments faisant l'objet d'un développement ultérieur

Les éléments ci-dessus ne sont pas encore détaillés. Ils font l'objet d'un développement ultérieur, lors de la tranche 2 du projet national.

Élément principal	Sous-catégorie
Contexte micro et macroéconomique	--
Contexte réglementaire	Réglementation applicable
	Normes
Contexte du projet	Règles de conception/calcul choisies
	Autres projets impactés
Communication auprès des riverains et des élus	Environnement humain
	Environnement matériel
Identification des phases	Programme
Type de marché (public/privé, loi MOP ou non, PPP, conception construction, EG ou lots séparés, etc.)	Missions MOP
	Client public
SPEC	--
CCAP	--
CCTP	--

4.2. Objectifs

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 2 :



Carte Freemind thème 2

Préambule

Les points abordés dans ce chapitre sont les suivants :

Points abordés

- Qualifier les attendus relatifs à l'introduction de la maquette numérique.
- Performance et qualité, coûts, délais.
- Les cas d'usage les plus démonstratifs du changement.

Enjeux

Il s'agit de motiver et sensibiliser le comité de direction pour obtenir l'adhésion sur l'usage de la maquette numérique lors du lancement d'un nouveau projet.

Apports de la maquette numérique

La maquette numérique permet d'optimiser le processus de confrontation et d'alignement tout au long du cycle de vie du projet, grâce à une représentation intégrée de l'infrastructure objet du projet, partagée par tous les acteurs du projet.

La maquette numérique :

- Permet de structurer et mettre en relation, dans un environnement unique, l'ensemble des informations produites tout au long des différentes étapes du projet.
- Permet de qualifier les liens entre les dimensions fonctionnelles et opérationnelles cibles et l'ensemble des éléments de conception. Elle permet de contrôler à tout moment l'alignement des orientations en respect des exigences fonctionnelles (ex. : simulation des flux logiques ou volumiques, etc.).
- Offre à tous une vue globale du projet, intégrant l'ensemble des dimensions et contributions, tout en permettant à chaque discipline de :
 - développer, d'enrichir et capitaliser les objets et données de son périmètre de responsabilité, ce aux différentes étapes du cycle de vie du projet,
 - capitaliser les objets et données de son périmètre de responsabilité, ce aux différentes étapes du cycle de vie du projet.
- Ouvre la voie à la mise en œuvre d'une logique d'assurance qualité à la source. Chaque introduction ou modification d'un composant est contrôlée a priori, au regard des exigences et règles de cohérence introduites par l'équipe projet (traduction systémique du cahier des charges fonctionnel et des spécifications techniques).
- Est le référentiel projet, garant de l'unicité de l'information, fruit de la contribution de tous et disponible pour tous. Le partage d'un référentiel commun est un facteur majeur de qualité globale du projet (fonction, délai, coût).

Enjeux

Motifs et motivations

Il s'agit de sensibiliser et de susciter l'adhésion du comité de direction du projet.

▼ Objectif majeur

L'objectif majeur est d'assurer la confrontation des différents acteurs et de leurs points de vue. Tout le monde confronte sa propre représentation à une même représentation intégrée et objectivée (non subjectivée) du projet basé sur des objets uniques.

Une revue de projet numérique :

- porte sur des éléments à valider progressivement selon le cycle de vie du projet,
- permet l'évaluation partagée par tous les acteurs de leurs propositions de solutions (la maquette numérique est une représentation globale partagée rendant cette confrontation possible). La maquette numérique est en effet la même représentation intégrée (synchronisée).

Ce ne sont plus des représentations individuelles dans la tête des personnes, c'est un même objet partagé et synchronisé selon un même référentiel. Ce n'est pas qu'une représentation mentale. Tous les acteurs partagent un même niveau de connaissance.

La maquette numérique pose les problèmes : elle permet une recherche plus aisée de solutions consensuelles et facilite la compréhension.

▼ Point d'attention

Il faut veiller à ne pas faire une confiance aveugle à la maquette numérique (elle ne représente pas nécessairement toutes les facettes de la réalité).

Par ailleurs, du fait que les domaines décrivant, caractérisant ou étudiant l'infrastructure sont d'une extrême variété, la maquette numérique est le réceptacle global de toute l'information qui a été développée au cours d'un projet d'infrastructure. Elle doit donc être placée comme la pierre angulaire, la clef de voûte de tout le système d'information développé pour réaliser un projet.

Finalités

Le résultat en termes de performance (aptitude de l'infrastructure à remplir les fonctions que l'on en attend) de coût, délai et qualité n'est au rendez-vous que si tous les processus tout au long de la vie du projet sont revus totalement. C'est un espoir légitime.

C'est délivrer un projet de meilleure qualité (par la cohérence des données) et satisfaisant les besoins du client.

Peut-on prouver que l'on peut gagner de l'argent ? Comment faire ? Ce point est difficile à traiter d'ores et déjà, car on est en phase de développement.

Définition des périmètres

▼ Mise en perspective

Le développement de très grands projets, en particulier industriels ou spatiaux durant les dernières décennies, s'est accompagné du développement :

- de la notion de systèmes,
- d'une discipline scientifique et technologique appropriée pour la traiter, dénommée ingénierie des systèmes ou architecture-système.

Au vu des technicités et complexités croissantes des infrastructures modernes, il est légitime – et c'est une évolution en cours – d'adopter largement les concepts utilisés par cette discipline pour traiter de la revue de projet numérisée. Il y est donc fait appel très fréquemment.

▼ Contenu du périmètre

Il s'agit, pour décrire complètement l'infrastructure projetée, de :

- définir les périmètres couverts par la revue de projet,
- spécifier le système considéré ainsi que :
 - ses éventuels sous-systèmes,
 - les interfaces entre sous-systèmes.

▼ Un système décomposable en sous-éléments

Le système est celui de **l'infrastructure dans son ensemble** rendant un service auprès d'utilisateurs. Ce n'est pas le système informatique support de la revue de projet qui est bien sûr visé ici.

Le système est décomposable en composants, dont certains sont groupables en sous-systèmes, du fait que :

- Ils utilisent des technologies différentes.
- Ils opèrent dans des lieux distincts.
- Ils présentent un certain degré d'indépendance avec les autres éléments ou composants.

▼ Désignation et rôle de l'architecte système

L'architecte système du projet (les critères de son choix sont précisés dans le chapitre 4.10) est très important :

- Il veille à la bonne structure et hiérarchisation des données.
- Il en assure la cohérence et la complétude.

C'est une compétence (multi technique) et une expérience.

L'architecte système n'est pas le BIM manager, dont le rôle (cf. chapitre 4.10) est limité aux questions liées à la dimension numérisée des processus.

Il peut être bon de définir rôle et fonction de l'architecte système, même si ce n'est pas là un rôle ou une fonction nouvelle liée à la numérisation. Ce n'est pas nécessairement un prescripteur, mais quelqu'un de reconnu, qui doit être pertinent. Les industriels ont des architectes système et des chefs de projet : ce sont là 2 rôles séparés. Dans l'industrie il y a clairement un intégrateur ; ce n'est pas aussi net dans la construction.

▼ Les exigences de la prescription

C'est à la Maîtrise d'ouvrage de prescrire l'infrastructure ou l'architecture du système (c'est-à-dire l'infrastructure à réaliser) qui doit se trouver relayée et se décliner dans l'organisation opérationnelle (Architecte, maître d'œuvre, bureau d'études techniques, constructeurs). Les exigences de la prescription (c'est-à-dire les exigences opérationnelles) sont l'expression des besoins que doivent satisfaire les acteurs opérationnels.

Cela responsabilise les acteurs dans leurs modalités de travail.

<p>Espaces de représentation</p>	<p>▼ L'intégration</p> <p>L'apparition d'intégrateur institutionnalisé comme un nouvel acteur dans le paysage du monde de la construction n'est pas souhaité.</p> <p>L'intégration est :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un rôle existant (ne pas le créer), • à assurer par un des acteurs en présence : architecte, Maître d'œuvre, bureau d'études techniques, constructeurs, • selon la stratégie adoptée par le Maître d'Ouvrage, <p>en tenant compte du modèle contractuel choisi : loi MOP pour la commande publique avec allotissement, entreprise générale, conception-construction, etc.</p> <p>La revue de projet est, comme indiqué précédemment, une activité continue tout au long du projet, ou encore du cycle de vie d'un ouvrage. Ces différentes étapes voient intervenir des métiers, des acteurs et des disciplines techniques différentes et permettent la construction progressive du projet, de sa maquette numérique, qui en est la représentation nominale la plus aboutie.</p> <p>Pour que ce processus ait réellement lieu, il importe de permettre au bon niveau l'existence d'espaces de représentation appropriés et personnalisés, selon les phases, les acteurs, les métiers, de façon à pouvoir y exprimer leurs points de vue. Ceci est à développer et mettre en place en parallèle d'un outil de PLM (Product Life-cycle Management).</p>
<p>Cas d'usage par discipline (métier)</p> <p>La maquette numérique, une opportunité</p> <p>Satisfaire les besoins des usagers comme les exigences réglementaires</p> <p>Fonctions du Maître d'ouvrage</p>	<p>La revue de projet, avec maquette numérique, est une activité récurrente, voire continue, de la gestion de projet. Elle doit s'exercer à tout instant du cycle de vie du projet, en l'absence même d'informations numérisées ou de maquette numérique. La numérisation et la maquette numérique sont des opportunités essentielles à saisir pour en décupler l'efficacité, puisque cette information devient « traitable » ou sujette à simulations, quasiment en temps réel.</p> <p>Au début du processus, le Maître d'Ouvrage chargé de la réalisation d'une infrastructure le fait pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • satisfaire les besoins d'usagers et d'exploitants, • satisfaire aux besoins de parties tiers ou de règlements. <p>L'ensemble de ces besoins sont les exigences opérationnelles auxquelles doit satisfaire l'infrastructure.</p> <p>Le Maître d'ouvrage, par-delà ses fonctions de conduite du projet (gérer le système des acteurs pour réaliser en temps et dans les contraintes budgétaires), a un point de vue opérationnel sur l'infrastructure. Il s'agit par exemple de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • assurer un trafic de x véhicules par jour de tel type, • permettre la maintenance de l'ouvrage et son inspection régulière, • donner le passage aux forces d'intervention de sécurité en cas d'accident, • ne pas créer de barrière à la biodiversité des écosystèmes traversés, • intégrer l'ouvrage dans son environnement. <p>Sa responsabilité première est celle de bien formuler la question posée (complètement et quantitativement).</p>

Anticiper les avantages et les inconvénients de la visualisation 3D

La maquette numérique, sous sa forme 3D en particulier, demande de localiser géométriquement ou géographiquement l'infrastructure et d'y placer des usages, même lorsque les dimensionnements ne sont pas acquis (certaines solutions ne sont acquises que très tardivement dans le projet). Ceci nécessite, dans les phases amont d'un projet en particulier, de **n'accorder à la visualisation qu'une valeur relative à la phase du projet** et au niveau de détail et de définition que cette phase implique.

La visualisation de la signalisation routière à une phase trop amont par souci de réalisme, ne doit pas conduire les intervenants à se polariser sur cet aspect des choses. En effet, la discussion majeure de cette phase est peut-être la fixation du corridor de passage (1 km de large) de la voie de TGV (une cinquantaine de mètres). Cette remarque vaut pour le Maître d'ouvrage, mais aussi et surtout pour les intervenants extérieurs (public, élus, autorités, etc.), dont les regards sont toujours plus attirés par les détails trop réalistes, contrairement à leurs propres expériences de l'environnement, que par les points réellement importants et à traiter lors de la revue de projet du jour.

Rapport des techniciens à la maquette numérique

Architectes, ingénieurs, entrepreneurs et fournisseurs ont peu ou prou des points de vue techniques au niveau des prestations dont ils ont la charge. Ils doivent être en mesure :

1. **d'extraire de la maquette numérique**, et plus généralement des informations de l'infrastructure, **les informations pertinentes** pour développer leurs propres prestations, études et développements, éventuellement sur leurs propres outils informatiques propriétaires,
2. **en retour, enrichir la maquette numérique** et les informations de l'infrastructure des informations relatives à leurs prestations que les autres parties ont à connaître.

Vérification de la continuité géométrique et réponse à d'autres exigences opérationnelles

La maquette numérique en 3D est le **réceptacle a minima dimensionnel et architectural** permettant de vérifier que les différents ouvrages, composants, éléments de l'infrastructure sont en continuité géométrique autant que de besoin. Mais elle l'est aussi dans d'autres dimensions, utiles pour **d'autres exigences opérationnelles**.

Exemple : tablier d'un pont

C'est par exemple le cas pour les exigences de type structurel : le tablier d'un pont doit supporter un trafic sur 4 voies de poids lourds de 44 t. Ceci suppose que la maquette numérique **identifie le tablier dans sa fonction mécanique et non pas seulement dans sa fonction architecturale ou esthétique** :

Fonction	Vision
Mécanique	Une dalle de béton de largeur l, d'épaisseur h, reposant sur 2 appuis séparés par une portée L.
Architecturale ou esthétique	Un volume défini par un nuage de points.

La vision esthétique ne permet pas la vision structurelle, alors que, à l'inverse, la vision structurelle permet aussi la vision esthétique, en ce cas particulier.

Définir le niveau de précision et le responsable de renseignement des données

Les normes permettent souvent tous ces usages, mais elles ne rendent pas nécessairement obligatoire l'usage de telle ou telle disposition rendant possible simultanément les usages visuels d'une part et structurels d'autre part. Il est donc essentiel – c'est une réflexion à mener pour chaque projet – de préciser jusqu'où, dans quelles circonstances et dans quelle phase du projet :

- quels objets prévus par les normes et quelles caractérisations sont renseignés,
- par quels acteurs.

Il faut assurer la traçabilité des actions et des simulations menées, ayant conduit aux choix exercés.

Autres exemples

L'exemple ci-dessus n'est pas unique et peut se trouver transféré dans d'autres dimensions techniques, comme :

- le trafic,
- le confort thermique des salles dans les bâtiments industriels,
- le passage des trafics des réseaux traversés,
- les barrières créées pour la biodiversité,
- les impacts sur les réseaux hydrographiques interrompus, etc.

Autres emplois de la maquette numérique

Certaines dispositions constructives ou de méthodes d'exécution peuvent être particulièrement importantes et interférer avec la conception et le dimensionnement des ouvrages : certains ponts poussés peuvent nécessiter des ouvrages temporaires comme des piles provisoires, un avant-bec et un mât de haubanage pour soutien du tablier.

Par ailleurs, la maquette numérique représentant fidèlement l'infrastructure à construire (si les objets sont indexés dans le temps ou selon le déroulement en tâches), elle peut être un **instrument privilégié d'études des méthodes d'exécution par les entreprises**. C'est aussi un **dispositif de communication** aux autres acteurs du projet et au public quant à l'avancement d'un projet.

Modèle économique

De par les remarques précédentes, nous voyons bien que la maquette numérique est renseignée par chacun, mais pas nécessairement pour ses seuls besoins propres : elle permet une **création collective de valeur**.

Question de la création de valeur

Il est possible que cette création de valeur ne soit pas nécessairement équilibrée pour tous, tant en termes d'économies de ressources, que de valeurs d'usage, créées en particulier dans les cas contractuels concentrant sur peu d'acteurs les tâches de renseignement de la maquette numérique. C'est une question qu'il appartient au Maître d'ouvrage de traiter pour prévoir les éventuels points de rémunération supplémentaire pour conserver l'équité.

Question du respect des contraintes d'ordre budgétaire et temporel

Plus fondamentale est la question du respect des contraintes d'ordre budgétaire et temporel.

Diverses simulations nécessitent de renseigner de façon spécifique les objets de la maquette numérique tout au long de leurs définitions progressives, pour permettre une interface aisée avec des simulations dans les champs techniques visés. Il importe de faire de même dans la maquette numérique et ses revues de projets, avec des interfaces appropriées en ce qui concerne le calcul des coûts et le calcul des plannings.

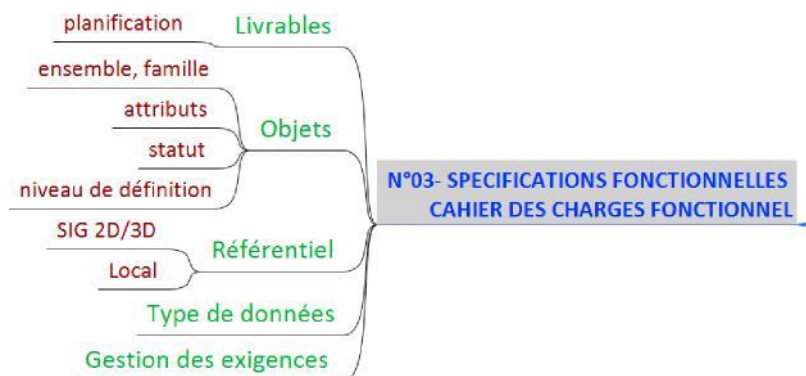
Ce sont là des espaces d'informations et de traitement souvent séparés, avec des outils spécifiques – souvent distincts et « jalousement gardés » pour chaque intervenant. Cependant, il convient de disposer des bonnes passerelles (informations relatives à un objet quant à sa tâche et son coût) entre la maquette numérique 3D et les deux domaines indiqués, pour s'assurer :

- de la cohérence de l'ensemble,
- et donc du bon pilotage des objectifs fixés de coût et de délai.

4.3. Spécifications fonctionnelles / cahier des charges fonctionnel

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 3 :



Carte Freemind thème 3

Préambule

Ce chapitre a pour objet de préciser et formaliser les conditions fonctionnelles de succès d'une revue de projet sur MN (préparation, déroulé, CR, suivi d'actions). Il définit les entrants et les sortants de la revue de projet dans la MN. Les entrants et les sortants de la revue de projet sont des états successifs de ladite MN, dont les conditions d'acceptabilité sont explicitées et partagées.

Livrables

Le **livrable principal** au terme du projet ou aux termes de phases essentielles du projet (les jalons contractuels), sont les MN elles-mêmes à ces diverses étapes de validation ou de livraison.

Ce livrable est:

- **le fruit d'un processus itératif**, progressif, s'il est mené sans accident, souvent long, dont les livrables intermédiaires sont les MN à ces différents instants,
- auxquelles **sont jointes les explicitations des conditions d'acceptabilité** des constituants / composants des MN.

Ce processus doit avoir été planifié et lui-même suivi.

Planification

Le livrable « planification » est associé à la revue de projet. Il est essentiel au bon déroulement des revues de projets.

Approche systémique et composants de la MN

Dans une approche systémique de l'ouvrage (cf. chapitre 4.10), celui-ci est décrit :

- tout d'abord en termes opérationnels (la façon dont l'ouvrage opère ou interagit avec son environnement physique et réglementaire – avec toutes les parties impactées par l'ouvrage tout au long du cycle de vie),
- puis fonctionnels (quelles sont les fonctions assurées par l'ouvrage),
- enfin en termes organiques (quelles sont les solutions matérielles ou logicielles qui sont mises en place).

Ce processus explicite ces descriptions sous forme d'exigences à satisfaire.

La MN vise à être la **représentation nominale** (cf. définition en §4.2.1 & 4.2.2) la plus précise de l'infrastructure à construire (adaptée à l'instant du cycle de vie).

On ne peut réellement parler d'une MN qu'après avoir suffisamment décrit l'ouvrage en termes opérationnels et fonctionnels indispensables pour passer aux organes visualisables dans une MN. La MN est progressivement enrichie au fur et à mesure que sont introduits des organes ou solutions :

- d'un niveau de détail progressivement plus élaboré,
- et qui sont validés, car répondant à toutes les exigences explicitées.

Chaque objet de la MN est doté d'éléments de description ou attributs, dont ceux de statut et de niveau de définition précisant leur degré d'achèvement.

La description doit tenir compte des concepts suivants :

- ensemble/famille,
- attributs,
- statut,
- niveau de définition.

Référentiel

Toute infrastructure s'inscrit et doit s'intégrer dans un environnement physique et géographique. Il est donc essentiel de développer cette infrastructure conformément aux référentiels en vigueur.

Ceci doit concerner tout à la fois les notions :

- **d'aménagement du territoire** (souvent consignées dans des cartographies nationales et un cadastre),
- **de géotechnique et de géologie** (systèmes de représentations et de modélisation des informations du sous-sol),
- **de géoïde** (la distance entre deux piles de pont peut ne pas être la même en tête de pylône et en pied si la portée est de plusieurs centaines de mètres).

Il faut bien sûr aussi traiter des **systèmes de coordonnées globaux** (selon les projections cartographiques).

SIG Le SIG (2D/3D) est une composante importante de la revue de projet, car il amène les informations de l'environnement dans lequel va s'implanter le projet (depuis les données foncières jusqu'aux données de terrain telles que voirie, bâti, végétation, photographie aérienne, réseaux, etc.).

Le SIG est le fournisseur des référentiels géographiques du territoire (cadastre, PLU, cartographie de réseaux, etc.) et, en tant que tel, le « guichet » vers lequel il convient de se tourner pour utiliser ces informations.

Toutes ces données géographiques sont géoréférencées, ce qui va permettre au projet de s'intégrer dans un environnement réel. De plus, les données du SIG doivent être, par application de la réglementation INSPIRE, documentées avec des métadonnées normalisées. Le SIG est donc une source d'informations indispensable. Cependant, le niveau de fiabilité des informations du SIG doit être établi et connu.

En retour, le SIG a aussi vocation à intégrer les informations validées d'un projet modélisé avec une MN (représentation du projet avec différents LOD), sans toutefois intégrer la totalité des informations générées. Un DOE numérique livré à un exploitant sous forme de MN n'a pas à être reversé dans sa totalité dans un SIG, car il y a beaucoup trop d'informations qui peuvent être utiles à l'exploitant et inutile dans le SIG.

Le Maître d'ouvrage doit imposer l'usage du SIG (dès lors qu'il existe) dans le cadre de la mise en œuvre d'une MN et inciter différents corps de métier (architecte, par exemple) à en faire usage plus régulièrement.

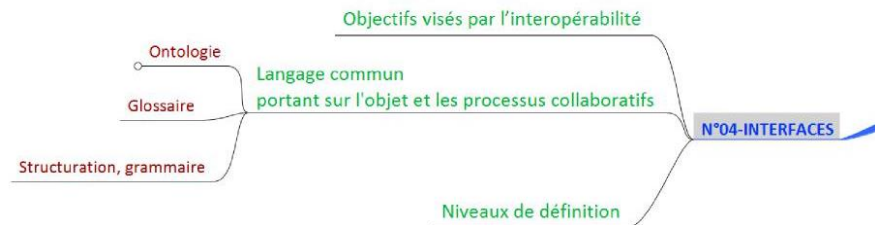
Il reste encore quelques obstacles à la transversalité d'usage entre le SIG et la MN utilisée dans une revue de process BIM :

<p>Local</p>	<ul style="list-style-type: none"> • obstacle culturel : les différents protagonistes n'ont pas le même bagage professionnel et n'ont guère l'habitude de travailler ensemble, • le vocabulaire est un peu différent, • les formats d'échange ne sont pas encore normalisés. <p>Il faut traiter des systèmes de coordonnées locaux (un référentiel xyz propre à chaque abscisse curviligne d'une infrastructure linéaire par exemple ou un référentiel propre à chaque pièce ou agrégation de pièces et éléments).</p>
<p>Type de données</p>	<p>Les données entrées dans une MN peuvent être de différentes natures :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Géométriques et dimensionnelles principalement, pour les objets définis en « géométrie procédurale » : un pieu sous forme d'un cylindre de diamètre donné et d'une certaine longueur. • Des « levés » de terrain naturel ou de pièces (image obtenue par nuages de points laser) sans aucune richesse sémantique (suffisants pour des visualisations mais insuffisants pour des traitements comme le sont par exemple les représentations en BREP – un nuage de triangles approximant la surface ou le volume – d'une poutre ou d'un mur). (Cf. <i>Annexe 3 - Glossaire</i>) • Caractérisation physique ou chimique pour les matériaux. • Environnementales (grandeurs physiques). • Des résultats de calculs ou de simulations (tous les résultats ne peuvent être « entrés » directement sur la MN, mais il faut au minima renseigner les métadonnées permettant de retrouver les simulations exécutées et d'en ré-importer les seuls résultats intéressants pour un usage donné). • Des métadonnées permettant l'indexation des données et leur traçabilité, également importante pour les assureurs, les juristes et le règlement des litiges.
<p>Gestion des exigences</p>	<p>Comme déjà indiqué en 4.3.1 et 4.3.2, les exigences sont la traduction la plus précise possible et surtout cohérente et complète de ce que l'on attend de l'ouvrage à construire. Elles permettent une explicitation nominale de cet ouvrage en termes suffisants pour le concevoir, le construire et assurer ses performances.</p> <p>En particulier, il doit être toujours possible de remonter d'une exigence organique à une exigence opérationnelle de même qu'inversement toute exigence opérationnelle doit se traduire par au moins une exigence organique. Aucune exigence organique ne doit contredire une exigence opérationnelle ou fonctionnelle. (Cf. <i>chapitre 4.3.2 encart</i>)</p> <p>Le fil rouge du processus des revues de projets doit être celui de l'explicitation et de la satisfaction pleine et entière de toutes les exigences.</p>

4.4. Interfaces

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 4 :



Carte Freemind thème 4

Préambule

Ce chapitre vise à décrire les éléments structurant et supportant l'interopérabilité :

- entre acteurs : les modalités de travail collaboratif,
- autour de la MN : le modèle "colonne vertébrale", les principes d'enrichissement à partir d'objets ou composants importés, les référentiels imposés, le langage, son vocabulaire et sa grammaire.

Il s'agit de qualifier les interfaces permettant la conception parallèle, par des acteurs multiples, de composants destinés à s'intégrer en cohérence :

- L'usage de la MN implique un cadre de conception et d'utilisation (méthode) imposé à tous, fruit de la phase d'initialisation du projet.
- Ce cadre structurant introduit en particulier un glossaire (concepts et nommage) et le méta-modèle du système cible, le squelette sur lequel chaque discipline vient rattacher ses propres dimensions et objets.
- Ce cadre, transverse à l'ensemble des spécialités et acteurs du projet (vision fonctionnelle, opérationnelle et technique), est porté par une mission qualifiée d'Architecte Système.
- Le cadre structurant ainsi défini, intégrant l'ensemble des exigences fonctionnelles et techniques validées par l'Architecte Système, est traduit opérationnellement dans la Maquette Numérique sous la responsabilité du BIM manager.

(voir chapitre 4.5: acteurs parties prenantes pour la description et chapitre 4.10)

Objectifs visés par l'interopérabilité

Les objectifs sont classables de la manière suivante :

- favoriser les échanges collaboratifs entre tous les points de vue (humains et machines),
- minimiser les risques de déroulement du projet, les coûts, les délais,
- maximiser l'efficacité de l'équipe projet,
- assurer la cohérence et la gestion des interfaces.

Langage commun portant sur l'objet et les processus collaboratifs

Définir un langage commun partagé et appliqué par l'ensemble des acteurs du projet pour le décrire. Cela signifie :

- Proposer un glossaire de termes spécifique au projet.
- Générer une modélisation des objets fonctionnels, opérationnels et organiques structurant le projet et de leurs interactions (la colonne vertébrale sur laquelle viennent se greffer progressivement les contributions des différents acteurs).
- Initier un format standardisé d'échange de données.
- Proposer/imposer un socle technique commun, minimisant les risques dus à la disparité des interfaces techniques (OS, logiciels, langages, modèles, formats, etc.).
- Proposer/imposer un langage commun décrivant le processus collaboratif (gestion des versions et scénario) et un processus formel d'intégration et validation des lots de données (Quality Gate).

Ce chapitre est en rapport étroit avec les travaux du thème 1 de MINnD et bénéficie des apports et réflexions développés lors du séminaire sur les ontologies.

Ontologie

▼ Définition de l'ontologie en ingénierie des connaissances

Une ontologie est une spécification rendant compte (on espère de façon générique) d'une conceptualisation (Gruber, 1990).

- Définir/fournir une sémantique interprétative d'un domaine du monde réel fondée sur un consensus et permettant de lier le contenu exploitable par la machine à sa signification pour les humains.
- Définir/fournir une sémantique formelle pour l'information permettant son exploitation par un ordinateur.

▼ Définition de l'ontologie pour le domaine de la construction

Pour notre domaine de la construction, l'ontologie est le formalisme permettant la représentation de l'ensemble de son système technico-industriel, couvrant donc :

- l'infrastructure, (ou encore le dictionnaire des objets et concepts manipulés),
- son cycle de vie, (les relations entretenues par les objets entre eux au fur et à mesure de leur cycle de vie),
- ses usages, (les relations entretenues par les objets ou l'infrastructure avec les parties prenantes et les usagers), etc.

▼ Une connaissance très précisément formalisée et structurée

Cette connaissance est formalisée et structurée très précisément, c'est-à-dire à un niveau qui peut être intelligible pour une machine informatique. Une ontologie est un modèle de connaissances sur une partie du monde.

Les ontologies décrivent généralement :

Individus	Objets de base
Classes	Ensembles, collections, ou types d'objets ¹
Attributs	Propriétés, fonctionnalités, caractéristiques ou paramètres que les objets peuvent posséder et partager
Relations	Liens que les objets peuvent avoir entre eux
Événements	Changements subis par des attributs ou des relations
Métaclases	Collections de classes qui partagent certaines caractéristiques

Glossaire

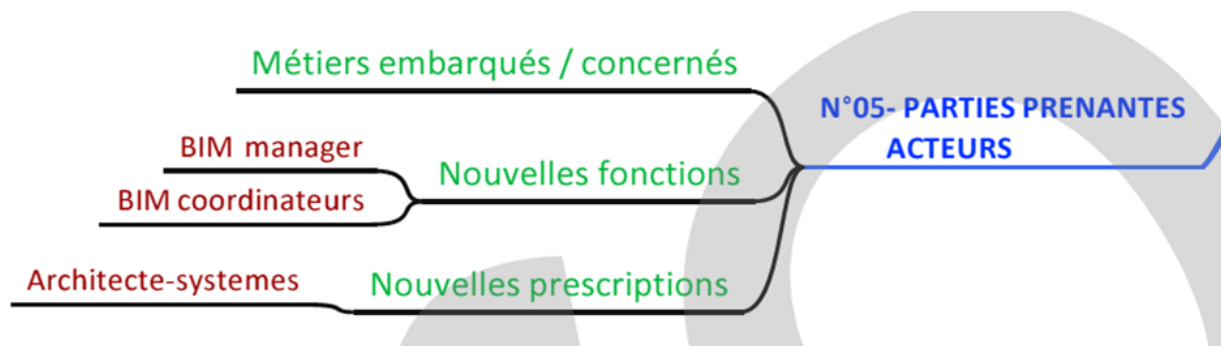
Sans aller nécessairement jusqu'au niveau d'une ontologie globale, il est nécessaire a minima, comme pour tout processus collaboratif, de disposer d'un glos-

Structuration, grammaire	<p>saire précisant en termes intelligibles pour tous les intervenants, toutes les notions utilisées, tant dans la MN que dans le processus de gestion et de revue de projet.</p> <p>Un pont décrit en termes, par exemple, d'un tablier sur deux piles, ne serait qu'un château de cartes si la description n'était pas enrichie des relations entretenues entre les tabliers et les piles (le tablier repose sur la pile par un appui encastré ou un appui simple glissant, et entre les piles et le sol.</p>
Niveaux de définition	<p>Qualifier le niveau de finesse et de précision des objets et interfaces qui doivent être atteints selon les niveaux d'avancement du projet (phases et jalons du projet) ou bien du niveau de détail des solutions. Ces indications de validation effective au niveau donné doivent ensuite être renseignées de préférence dans la MN elle-même, c'est-à-dire dans les attributs de l'objet. <i>Cf. également chapitre 4.10.</i></p>

4.5. Parties prenantes et acteurs

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 5 :



Carte Freemind thème 5

Préambule

Il s'agit dans ce chapitre, de :

- Qualifier les rôles relatifs à la vie de la MN, à sa gouvernance et à son évolution, à son usage, à l'arbitrage de situations, etc.
- Définir clairement les droits et obligations.
- Rappeler que le respect des droits et devoirs est un facteur clé de succès.

Métiers concernés

La MN est un outil. Tous les métiers sont impliqués, impactés et concernés. Il en va de même pour la revue de projet.

La place de l'exploitant

L'exploitant occupe une place particulière, car il est à l'origine même de la programmation, en demandant une infrastructure répondant à ses besoins opérationnels d'exploitant (en direct s'il est usager ou pour le compte d'utilisateurs). Et il est bien sûr présent à l'issue de la construction, puisqu'il doit :

- exploiter quotidiennement l'infrastructure livrée,
- demander des évolutions pour satisfaire de nouveaux besoins.

Nouvelles fonctions

La qualité d'outil de la MN, outil novateur, nécessite de nouvelles fonctions décrites ci-dessous, au service de fonctions techniques et opérationnelles, dans les processus de conception/construction.

BIM manager

Le BIM manager est la personne spécialiste des fonctionnements informatiques et d'interopérabilité. Il est positionné auprès de l'architecte-système, au niveau de la MN la plus englobante ou la plus complète de l'infrastructure.

BIM coordinateurs

Les BIM coordinateurs sont les personnes spécialistes des fonctionnements informatiques et d'interopérabilité de chaque partie prenante, chargées d'assurer :

- les meilleures interfaces entre les systèmes informatiques propres à chaque partie prenante,
- la MN la plus englobante de l'infrastructure.

Nouvelles prescriptions

Les nouvelles prescriptions ne portent pas sur de nouveaux métiers, mais plutôt sur de nouvelles approches dans la gestion de projet. Ces approches intègrent des pratiques issues principalement des grands projets d'infrastructures industrielles ou de systèmes complets industriels.

Architecte système

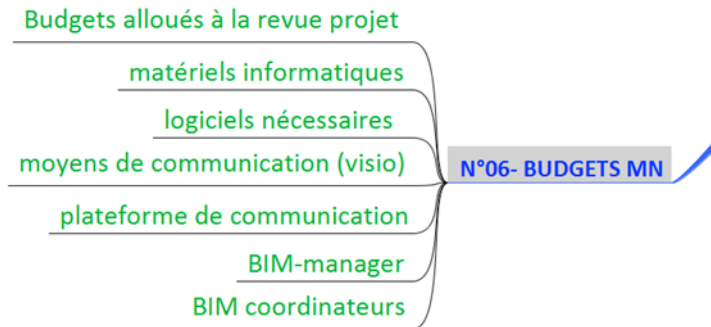
L'usage de la MN implique un cadre de conception et d'utilisation (méthode) imposé à tous, fruit de la phase d'initialisation du projet (voir chapitre 4.4 interfaces) :

- Ce cadre structurant introduit en particulier :
 - un glossaire (concepts et nommage),
 - le méta-modèle du système cible, squelette sur lequel chaque discipline vient rattacher ses propres dimensions et objets (voir chapitre 4.10, architecture système).
- Ce cadre, transverse à l'ensemble des spécialités et acteurs du projet (visions opérationnelle, fonctionnelle, et organique), est porté par une mission qualifiée d'architecte système.
- La mission d'architecte système porte principalement sur l'élaboration et l'adaptation de la vision globale de l'ouvrage, découlant de la cible fonctionnelle et opérationnelle et intégrant l'ensemble des dimensions et spécialités, leurs interactions et exigences.
- l'architecte système est le garant de la réponse organique, fonctionnelle et opérationnelle de l'ouvrage conçu. Il a pour interlocuteurs le(s) architecte(s) système de chacun des acteurs, de la conception à l'exploitation cible, en passant par la construction.
- **Le succès de cette mission repose en grande partie sur la capacité à fédérer et à imposer. La responsabilité de cette mission revient donc naturellement au maître d'ouvrage ou à son assistant (AMO).**
- Le cadre structurant ainsi défini, intégrant l'ensemble des exigences fonctionnelles et techniques validées par l'architecte système, est traduit opérationnellement dans la Maquette Numérique sous la responsabilité du BIM manager.

4.6. Budgets et ressources de la MN

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 6 :



Carte Freemind thème 6

Préambule

Il s'agit, dans ce chapitre, de documenter les ressources, moyens et coûts associés :

- à l'introduction de la MN,
- à son administration,
- à son usage opérationnel, en session de revue de projet (ex: collaboratif distant).

Ressources allouées

Les ressources allouées à la revue numérique de projet doivent être détaillées par les postes suivants :

- Matériels informatiques
- Logiciels
- Plateforme d'échange
- Communication (visioconférence)
- Salle de synthèse
- Personnel (BIM manager/BIM coordinateur)

4.7. Procédures et cadre juridiques

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 7 :



Carte Freemind thème 7

Préambule

Il s'agit, dans ce chapitre, de caractériser les différences, si elles existent, de responsabilités des co-constructeurs d'une MN, suivant le cadre contractuel du marché.

Ce domaine est en pleine évolution réglementaire et il n'est pas possible d'en faire une analyse exhaustive. Une note « *L'assurance de responsabilité décennale appliquée au BIM* », produite dans le contexte du groupe du Thème 4 (Anne-Lise Gilet) de MINnD « questions juridiques », fait le point sur le sujet des responsabilités et des assurances associées :

- soit les réglementations futures les traiteront,
- soit les dispositions contractuelles doivent les clarifier ou les compléter.

Visas-validations

À ce jour, il est trop tôt pour définir précisément les validations et workflow associés. Tout ne peut pas se retrouver renseigné dans la MN proprement-dite. Cependant, doivent être présents a minima :

- des métadonnées,
- un outil de PLM associé (*product lifecycle management*) précisant toutes les étapes.

En l'absence de solution toute faite, il convient de constituer régulièrement des archives de l'état de la MN aux différents jalons de la revue de projet, ainsi que de documenter très précisément sur documents papiers, vues ou plans ou extraits Pdf, les décisions de validation prises en revue de projet.

Workflow

Il est important de **formaliser tous les processus d'échanges qui peuvent exister, en particulier ceux faisant intervenir plusieurs acteurs** :

- dans la recherche de solution,
- dans la vérification d'une satisfaction d'une des exigences obtenues à la suite de simulations spécifiques.

Historique-traçabilité

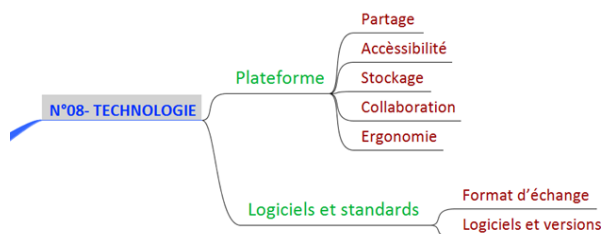
Comme explicité *au chapitre 4.3*, les sortants de la revue de projet sont les états successifs de ladite MN tout au long du cycle de vie du projet, complétés par les indications caractérisant la progression de la validation de la description de l'infrastructure par la MN. La traçabilité est indispensable pour le bon déroulé du processus d'ingénierie et donc ultimement, de la validation de la satisfaction complète des exigences.

Comme l'ont remarqué de nombreux acteurs internationaux, en particuliers juristes (*cf. la base de données documentaires et l'état de l'art international du thème 4*), **cette traçabilité est une des entrées essentielles pour le règlement des litiges.**

4.8. Technologie

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 8 :



Carte Freemind thème 8

Success stories

Dix projets suivis par le Gouvernement anglais avec l'assistance d'universitaires

Le Gouvernement anglais est à l'origine d'une politique ambitieuse de transformation du secteur de la construction au Royaume-Uni depuis au moins deux décennies. Nous notons de nombreuses initiatives, rapports et projets de recherche dont les deux rapports suivants :

Rapports	Contenu
<i>Latham et Egan</i>	Dénoncent les pratiques nocives du secteur : erreurs, antagonismes, retards, coûts excessifs, surcoûts, etc.
<i>Soft Landings</i>	Prône une approche collaborative de la livraison des ouvrages. Cette livraison doit être vue comme un commissionnement industriel accompagnant le maître d'ouvrage et l'exploitant à les prendre en exploitation.

L'introduction du BIM et de la maquette numérique est vue comme une opportunité unique d'accomplir plus rapidement les objectifs de redressement du secteur. Initiatives et expérimentations sont nombreuses, tant pour les systèmes contractuels nouveaux que pour le BIM dans ses différents niveaux de mise en œuvre.

Fort logiquement et pragmatiquement, **le gouvernement a décidé de suivre très scientifiquement toutes ces initiatives et projets de construction**, avec des « *Research and analysis Reports* », et :

- Le King's College de Londres (*Centre of Construction Law and Dispute Resolution*), un des acteurs majeur de cet observatoire.
- Le Ministère de la Justice, un des opérateurs publics les plus en pointe dans ces expérimentations.

Projet Cookham Wood Trial Project

Le projet *Cookham Wood Trial Project* a notamment été suivi. Il a donné lieu à des conclusions positives (New contracting models that support BIM, D Mosey, King's College London) même si les analyses menées montrent que des imperfections subsistent et soulignent quelles sont les pistes d'amélioration à explorer. Des monographies sont périodiquement publiées : *Cookham Wood Trial Project Case Study*. Elles sont accessibles publiquement, par exemple sur le site du gouvernement : <https://www.gov.uk/government/publications/procurement-trial-case-study-cookham-wood-prison>

Les neufs autres projets

Ce sont neuf autres projets qui ont fait l'objet de rapports du même type :

<https://www.gov.uk/government/collections/government-construction#procurement-trial-case-studies>

Trafikverket (Suède)

Voir aussi les travaux de Trafikverket en Suède.

Failure stories

Retards lors de la livraison de l'Airbus A380

Le cas des retards à la livraison de l'A380 par Airbus est emblématique des **difficultés qui peuvent naître ou devenir difficilement gérables du fait de logiciels non interopérables**, même s'ils sont des versions successives d'un même logiciel. En 2006, la livraison des premiers A380 a été retardée de plusieurs mois. Les coûts supplémentaires se sont chiffrés en milliards d'euros.

Au sein de l'entreprise étendue AIRBUS, les unités de production ou d'achats d'Airbus en Espagne, Allemagne, France et Angleterre utilisaient des versions différentes de CATIA. Elles se sont avérées incompatibles en ce qui concernait la CAO et CFAO des réseaux de câble intérieurs qui étaient à adapter aux spécifications particulières de chacun des clients.

Les questions des logiciels et de leur interopérabilité doivent donc être soigneusement examinées et des procédures fiables mises en place pour contourner les difficultés inévitables qui se font jour. D'autres raisons ont contribué à l'ampleur des conséquences, mais cette question de non interopérabilité de versions de logiciels a été clairement un élément déclencheur ou révélateur.

Lancement inaugural d'Ariane 5

Le cas du lancement inaugural d'Ariane 5 est assez **emblématique de l'importance du maintien en toute circonstance de la vision systémique et des contraintes de traçabilité** qui en sont la conséquence. Il est documenté et souvent présenté dans les enseignements de la discipline de l'ingénierie des systèmes.

La fusée Ariane 5 a explosé en vol lors de son vol inaugural le 4 juin 1996 à la 39^e seconde, avec destruction totale de la charge satellitaire emportée, pour une perte directe de 370 millions de dollars américains et un retard d'une année.

La cause en était une défaillance du sous-système de guidage inertiel, ayant en fine déclenché l'autodestruction de la fusée, alors que le vol était correct.

Le sous-système de guidage inertiel était strictement le même que celui utilisé par Ariane 4 avec succès depuis plusieurs années. Cependant les conditions de vol différentes d'Ariane 5 (des accélérations cinq fois plus fortes) conduisaient à des dépassements de valeurs (*overflow*) mettant le système en erreur logique. Le système inertiel n'avait pas été validé par test dans les nouvelles conditions opérationnelles.

Lot de consolation dans cette catastrophe : les conditions de traçabilité des exigences, tant pour Ariane 4 que pour Ariane 5, permettaient un diagnostic et une réparation somme toute assez rapides. Il fallait également convaincre les parties prenantes de la justesse de l'analyse, du diagnostic et des mesures prises.

Même si ces cas ne sont pas de la CAO pure, ils sont intéressants pour mettre en place les bonnes procédures d'intégration de composants (réutilisation de composants) dans un système.

Contenu du chapitre

Dans ce chapitre, il s'agit de :

- Définir l'architecture technique minimale relative à quelques cas d'usage - projets types (infrastructure, communication, logiciels).
- Définir la plateforme collaborative, supportant la conduite de projet, l'élaboration, l'enrichissement progressif et le partage de la maquette numérique.
- Proposer/imposer la solution collaborative choisie pour conduire le projet :
 - Les périmètres de responsabilités, rôles et contributions de chacun.
 - La solution (les visualiseurs universels fonctionnant avec des ressources faibles sur les postes « clients », les logiciels de CAO, de collaboration, de PLM, de planning, de calcul des coûts, etc.), la gestion des licences et droits d'accès.
 - Documenter les règles d'usage, de connexion et contribution, les principes d'import/export.
 - Documenter l'offre fonctionnelle.
 - Assurer la formation et organiser le support opérationnel.
 - Définir le niveau de service attendu de la plateforme en relation avec les exigences du projet.
 - Définir l'architecture (fonctionnelle, applicative, technique, communication) répondant à ce niveau de service.
- Proposer/imposer les scénarii de connexion sécurisée à la plateforme (client lourd, client web, mobilité, etc.).

Plateforme

La plateforme commune doit présenter les caractéristiques suivantes :

- commune,
- accessible,
- permanente,
- collaborative,
- ergonomique.

En particulier, ce n'est pas qu'une GED. La plateforme collaborative doit pouvoir manipuler tous types d'objets utilisés et partagés par l'équipe projet au sens large, dont :

- des données sémantiques structurées,
- des documents,
- des objets graphiques (2D) ou géométriques (3D, nD)...

... et ce à travers différents modules dédiés à la gestion de ces différents objets :

- GED,
- forums,
- messagerie,
- CAO.
- wiki,

L'organisation de cette plateforme doit être pensée dans l'organisation générale du projet.

Partage

Elle doit permettre le partage le plus large possible entre tous les acteurs, tout en respectant leurs responsabilités

Accessibilité

L'accessibilité doit se définir de façon différenciée entre les parties prenantes et au sein de celles-ci, selon les niveaux hiérarchiques des individus. Cf. gouvernance (droits d'accès) au chapitre 4.5 parties prenantes.

Stockage

Il faut rester vigilant quant à la localisation du stockage des données, de façon à assurer la disponibilité et respecter les lois/réglementations inhérentes à la protection des données.

Collaboration

Il s'agit de mettre en place des dispositifs de travail collaboratif génériques entre les participants à un projet et aux revues de projet.

Ergonomie

Les interfaces doivent être adaptées aux besoins des différents utilisateurs.

Logiciels et standards

Un module d'accès et de visualisation universel est absolument indispensable pour assurer l'accès et le partage par le plus grand nombre. Les solutions du monde open source sont très souvent de bonnes solutions techniques. Il faut :

- Définir les contraintes, a minima les standards, garants de l'interopérabilité correspondant au niveau d'intégration recherché.
- Veiller en particulier à l'interopérabilité des formats entre logiciels et les versions de logiciel.

Mais **il convient aussi de réfléchir aux fonctionnalités optionnelles dans les formats d'échanges**, de façon à ce que les objets et entités soient complètement renseignés. Ainsi ils peuvent satisfaire aux usages collaboratifs qui peuvent être mis en pratique.

▾ Exemple

Un objet décrit géométriquement en BREP (selon une triangulation des surfaces limitant l'objet, comme par exemple une pile de pont cylindrique) est satisfaisant d'un point de vue visuel.

Cependant, cette description est totalement inadaptée aux activités de conception, de réalisation et de simulation par calcul. La pile est pensée comme une extrusion verticale d'une section circulaire, elle est réalisée de même avec un coffrage adapté, elle est calculée mécaniquement en dotant d'une inertie sa fibre neutre, qui n'est autre que son axe d'extrusion.

Format d'échange

Les IFC sont un format d'échange pour les objets propres aux infrastructures. Toutefois, il faut sans doute faire appel à d'autres formats d'échanges, pour d'autres interfaces, avec d'autres domaines, comme :

- les SIG (CityGML, par exemple),
- ou d'autres encore pour les systèmes industriels en interface avec l'infrastructure,
- ou pour des modèles particuliers de calculs ou de simulation.

Logiciels et versions

Il est nécessaire de vérifier que les logiciels soient adaptés aux besoins et interopérables, y compris dans leurs versions.

4.9. Connaissances et compétences

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 9 :



Carte Freemind thème 9

Préambule

Il s'agit de mettre en évidence les dimensions structurantes et les bonnes pratiques relatives à la pérennisation des informations stockées dans la MN, au regard de sa durée de vie escomptée.

Formation

La formation est un élément indispensable de la montée en compétence sur le sujet du BIM/MN, tant au niveau de la conception qu'à celui de l'exploitation/maintenance. De même, une information régulière est utile pour les décideurs qui n'utiliseront pas la MN à des fins d'utilisation, mais qui doivent être tenus au courant des évolutions d'usages de celle-ci.

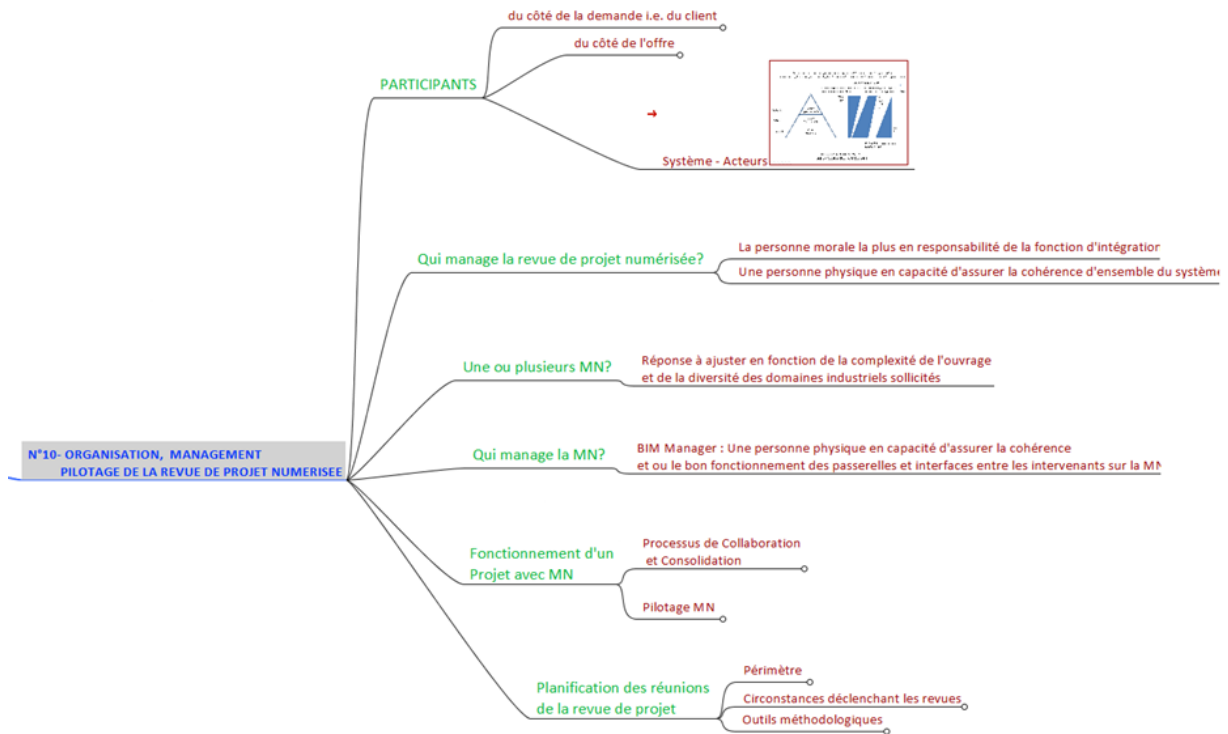
Habilitation

Il est nécessaire que les intervenants à différents niveaux du processus BIM aient une habilitation identifiée/reconnue pour leur niveau d'intervention. C'est leur légitimité/responsabilité qui est ainsi mise en avant.

4.10. Organisation, management / pilotage de la revue de projet numérisée

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 10 :



Carte Freemind thème 10

Préambule

Il s'agit dans ce chapitre de documenter l'apport de la MN sur la gouvernance opérationnelle du projet et les bonnes pratiques :

- Relatives à chaque étape du cycle revue de projet.
- Aux différentes phases du projet (Think, Build, Run).
- En relation avec les rôles et responsabilités des acteurs.

Les notions de management et de pilotage s'entendent de la façon suivante :

- Le pilotage se positionne aux niveaux stratégique et décisionnel.
- Le management est une notion plus opérationnelle, quotidienne, de gestion des ressources humaines.

Participants

À priori, toutes les compétences impliquées dans le projet, et dont les avis comptent pour l'étape considérée de la revue de projet, doivent être présentes ou représentées.

Les problématiques posées doivent être abordées de façon systémique. Ainsi, dès les phases amont de programmation et de construction, les problèmes de constructibilité et de maintien en condition opérationnelle, doivent se poser, par exemple :

- Au sens restreint de « l'ouvrage peut-il être construit ? » : existe-t-il une méthode de travail le permettant ?
- Au sens de l'exploitation et de la maintenance : est-il possible de changer les appareils d'appuis et avec quels outillages ?

Si, du fait d'un processus de passation des marchés, les interlocuteurs responsables de certains de ces points cruciaux ne sont pas encore choisis, il importe, à minima, de désigner des participants physiques chargés de jouer un tel rôle durant la réunion de revue de projet, au mieux de leurs compétences. Nous n'entendons pas là d'être porteur d'une exigence et de ne se déclarer satisfait que lorsque ladite exigence est acquittée de façon définitive et non remise en cause.

Du côté de la demande, c'est-à-dire du client

Les participants du côté de la demande sont :

- Exploitant.
- Maître d'ouvrage.
- Assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO).

La fonction d'exploitant d'une infrastructure doit venir en premier, car ce sont ses besoins qui définissent les exigences opérationnelles que doit rendre l'infrastructure à son environnement socio-économique. En l'absence d'un exploitant désigné, il convient de désigner au sein de la Maîtrise d'ouvrage une ou des personnes qui doivent en jouer le rôle et assurer la responsabilité.

Du côté de l'offre

Cette structuration des participants fait ressortir la particularité de la construction versus celle du monde industriel, en ce que l'offre y est gérée le plus souvent par deux types d'acteurs :

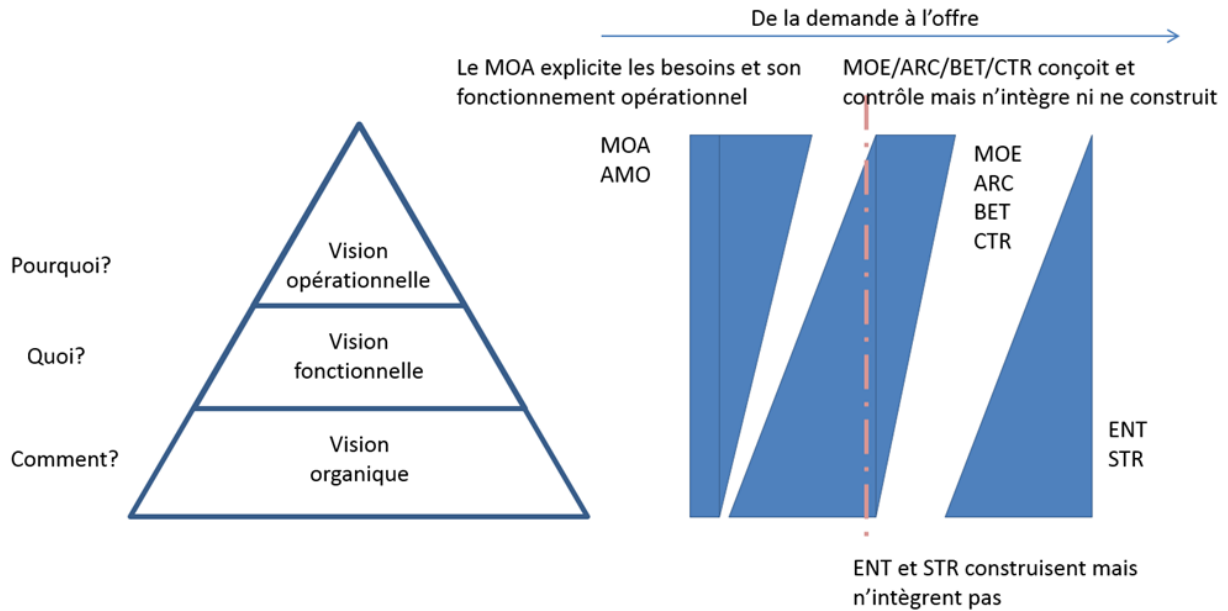
- groupement de maîtrise d'œuvre d'une part,
- entreprises d'autre part.

Du côté de l'offre	
Du côté de la maîtrise d'œuvre	Maître d'oeuvre/architecte
	BET études techniques
Du côté des entreprises et des fournisseurs	Entreprises
	Sous-traitants
	Fournisseurs
Du côté du contrôle	Bureau de contrôle
	Coordinateur SPS
	Contrôleur d'opération OPC

Système - Acteurs

Le schéma ci-dessous présente cette structuration particulière :

Un système se définit en fonction des exigences et besoins des parties prenantes selon une triple vision opérationnelle, fonctionnelle et organique et des niveaux de détails progressifs



Élaboration d'un système – Schéma construction courant

Qui manage la revue de projet numérisée ?

La personne morale la plus en responsabilité de la fonction d'intégration

La conduite de projet, en particulier la revue de projet, sont des tâches génériques du processus de projet. Elles sont très largement englobantes vis-à-vis de celles des revues de projet avec la MN. Il est donc essentiel de positionner le contexte plus général, avant de voir les particularités attachées à l'outil de la MN.

▼ Dans un projet industriel

Dans un projet industriel, cette remarque ne se pose pas, car l'industriel fournissant le système (Maîtrise d'œuvre) est en responsabilité (performance, coûts, qualité, délais, environnement, sécurité) d'en faire l'intégration, de la conception à la fabrication. Pour les infrastructures, selon les cas de plus ou moins grande complexité du système considéré et des tâches d'intégration associées, il peut se faire que l'intégration majeure soit au niveau de l'industriel client et non de l'industriel fournisseur.

C'est ainsi le cas des systèmes formés de sous-systèmes, eux-mêmes très intégrés, comme pour une usine de pâte à papier, dont l'industriel opérateur souhaiterait changer deux composants ou systèmes (chaudière à liqueur noire et unités de blanchiment, par exemple), en les commandant à deux industriels différents. L'intégration se ferait alors à trois occasions et deux niveaux :

- par chaque fournisseur pour leurs systèmes propres,
- par l'industriel client pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble au sein de ses unités existantes.

▼ Dans un projet de construction

Dans un projet de construction, la remarque prend tout son sens, puisque cette responsabilité est largement partagée, sur un même système ou sous-système physique, par des liens directs entre le Maître d'ouvrage (et son assistant (AMO) éventuel), le

Maître d'œuvre, le contrôle et les entreprises, les sous-traitants, les fournisseurs.

Il existe différents types de passation des marchés. Le Maître d'ouvrage doit définir la responsabilité quant à la gouvernance de son projet, en fonction des objectifs et enjeux. Il peut choisir de conserver la gouvernance de son projet.

La contribution à la maquette numérique de chaque acteur doit être possible directement ou indirectement.

Exemples

Processus	Fonctionnement
Processus avec allotissement	La Maîtrise d'œuvre devrait pouvoir assurer la responsabilité de la MN. Il reste cependant à régler les façons d'opérer les études d'exécution.
Processus avec entreprise générale	Il serait logique que la revue de projet et la responsabilité de la maquette numérique soient transférées des acteurs antérieurs (Maîtrise d'œuvre si la Maîtrise d'ouvrage avait décidé ainsi) vers l'entreprise générale.
Processus avec des marchés en conception-construction	Il serait logique que la revue de projet et la responsabilité de la maquette numérique soient transférées des acteurs antérieurs à l'entreprise qui organise sa maquette avec ses sous-traitants et fournisseurs.
Processus de PPP	C'est au concessionnaire de décider.

Ouvrages complexes

Cette présentation est bien sûr à tempérer selon la complexité des ouvrages et systèmes considérés. Le processus qui vient d'être décrit est celui applicable dans le cas d'une infrastructure de génie civil autonome d'autres installations, comme par exemple un pont.

Dans le monde industriel, le cas majoritaire est certainement plus complexe, avec une infrastructure de génie civil en position de sous-système plus ou moins autonome, au sein d'un système industriel plus large, par exemple :

- le génie civil d'une tranche d'un réacteur nucléaire,
- le tunnel d'une ligne de métro automatique,
- la voie d'un réseau de tramway urbain.

Ces cas présentent des impératifs d'intégration qui ne peuvent être assurés au niveau de l'infrastructure de génie civil :

- soit pour des raisons tenant à la culture propre du client industriel,
- soit pour des raisons d'intégration forte avec d'autres sous-systèmes ou d'autres systèmes externes.

Par exemple la signalisation d'une nouvelle ligne de voie ferrée ne peut être conçue et construite de façon totalement indépendante du système de signalisation du réseau lui-même. Dans ces cas-là, l'intégration est assurée par l'industriel-client, soit directement par ses équipes, soit en mettant en place une assistance à maîtrise d'ouvrage sous son contrôle.

Il revient au Maître d'ouvrage d'élaborer, dès la phase de programmation d'une nouvelle installation ou de travaux, une structure d'intégration précisant simultanément en quoi consiste l'intégration et à qui il en confie la responsabilité. Ceci doit bien entendu se refléter dans sa structure de marchés et les contrats les supportant. À la suite de ces processus, il peut tout à fait arriver que :

- la responsabilité de l'intégration et donc de la MN, soit complètement en dehors de l'entreprise de génie civil,

Une personne physique en capacité d'assurer la cohérence d'ensemble du système

- le Maître d'œuvre ou l'entreprise (conception-construction) soit le responsable choisi de l'intégration et de la MN.

Assurer la cohérence d'ensemble du système demande :

- Une grande expérience, pour apprécier à leur juste valeur toutes les contraintes des différents métiers et intervenants.
- Un esprit rigoureux apte à la synthèse, connaissant les processus méthodologiques nécessaires.
- Le souci d'obtenir l'expression de tous les intervenants, pour résoudre progressivement les conflits aux différentes interfaces, non par des arguments d'autorité, mais parce que c'est alors le meilleur compromis objectif.

▼ **Cas du chef de projet**

Le chef de projet, au sein de la personne morale intégratrice, est une solution possible pour exercer cette fonction. Cependant, selon la taille des projets, le chef de projet a d'autres fonctions à assurer que celle d'être l'architecte système. Il peut être un meilleur choix de faire tenir ce rôle par une autre personne plus compétente sur ce segment, quitte à faire intervenir le chef de projet lorsque des décisions et des arbitrages à forts enjeux doivent être rendus.

▼ **Fonction d'architecte système**

Il faut définir clairement la fonction d'architecte système dans un préambule et glossaire (Cf [Annexe 3 Glossaire](#)). Ce n'est ni dans le sens informatique, ni dans le sens usuel en construction, mais dans celui de l'ingénierie des systèmes.

Le « bras armé informatique » de « l'architecte système » est le BIM manager.

Une ou plusieurs maquettes numériques ?

Réponse à ajuster en fonction de la complexité de l'ouvrage et de la diversité des domaines industriels sollicités

Faut-il une ou plusieurs maquettes numériques ? La question pourrait se poser. Cependant les domaines sont amenés à développer leurs propres outils, selon les dynamiques propres à chacun des domaines industriels qu'ils supportent. Il n'y a donc aucun intérêt à envisager le développement de maquette unique.

La complexité de chaque ouvrage détermine la conception de la revue de la MN en un ou plusieurs niveaux en cohérence.

▼ **Exemple d'une infrastructure linéaire**

Prenons l'exemple d'un projet d'une infrastructure linéaire, comme un tunnel ou une autoroute à péages avec de **multiples ouvrages annexes**. Un tel projet fait appel à des techniques industrielles de contrôle ou de production d'énergie ou de traitement. Il peut être plus simple à mener en disposant de plusieurs maquettes numériques séparées, faciles à interfacer et à intégrer dans l'ouvrage global.

Il en va de même pour :

- des **ouvrages différents** : pont sur telle ou telle rivière, barrière de péage de x,
- des **sous-systèmes industriels relativement indépendants** : système des bornes de secours et de téléphones d'urgence, système des péages automatiques, système de traitement d'air, système de lutte contre les incendies.

▾ **Les représentations numériques sont dépendantes des dynamiques propres des domaines industriels**

Également, les représentations numériques sont dépendantes des domaines industriels et de leurs outils, qui présentent leurs dynamiques propres d'évolution. Les pratiques en tuyauteries industrielles ne sont pas celles des électriciens ou des instrumentistes, ni celles des équipementiers mécaniques ou thermiques. Elles ne sont bien sûr pas celles du génie civil ou du bâtiment, pour lesquelles les descriptions structurelles (par exemple modèles filaires de structures à poutres) ne sont pas identiques aux descriptions géométriques de réalisations.

Il est illusoire de penser pouvoir les résoudre en un seul et même "modèle".

L'important est que **l'objectif et la réalité finale de ces représentations numériques**, dotées de leurs ontologies et sémantiques propres, **définissent un unique ouvrage physique fonctionnel répondant aux exigences**. Parmi ces représentations, la dimension géométrique est un dénominateur commun qui s'impose à toutes.

C'est une réponse pragmatique qu'il faut apporter à cette question, mais celle-ci ne doit pas être prise sans **l'identification minutieuse de tous les points d'interfaces entre maquettes, des procédures pour en assurer la cohérence, des outils et de l'élucidation des zones de recouvrement ou de non couverture**.

Qui manage la MN ?

BIM manager : une personne physique en capacité d'assurer la cohérence ou le bon fonctionnement des passerelles et interfaces entre les intervenants sur la MN

Cette question est plus restreinte que celle d'une revue de projet, qui, même numérisée, doit s'attacher à des problématiques et des documents de définition plus larges que la seule MN.

Il s'agit là d'une problématique très informatique.

Le BIM manager est un spécialiste en systèmes d'information, en outils de modélisation et de PLM. Il doit être apte à fonctionner en équipe, avec les spécialistes de ces questions dans chacun des domaines. Le BIM manager est rattaché au projet.

Son rôle « technologique » est-il provisoire ou va-t-il perdurer ? Pour le moment, c'est un métier reconnu indispensable.

Fonctionnement d'un projet avec MN

Processus de collaboration et consolidation

Il s'agit de définir tout d'abord le processus générique « de collaboration et de consolidation » et le « pilotage » effectif, particulier à chaque projet.

Il s'agit à la fois :

- du processus élémentaire de collaboration qui est à l'œuvre dans les réunions de projet entre les personnes physiques émettant leurs avis et exposant leurs contraintes,
- et la trace globale du processus d'intégration (ou de consolidation) des éléments apportés par chaque intervenant tout au long du projet.

C'est un **processus éminemment itératif**, cherchant à résoudre progressivement les conflits d'interface durant une première phase de conception des éléments, puis vérifiant et validant pas à pas la bonne intégration des réalisations dans un système opérationnel.

Durant la première phase, les éléments sont progressivement validés :

- de la vue opérationnelle (le programme),
- à la vue fonctionnelle (les fonctions nécessaires pour assurer le service),
- puis à la vue organique (les solutions physiques),
- tout en affinant le niveau de détail du système global aux sous-systèmes et aux composants,
- en considérant les aspects statiques (états) et dynamiques (comment passer d'un état à un autre : d'une phase de construction à une autre ou d'un fonctionnement normal à un fonctionnement transitoire – réparations, etc.),
- et en assurant la satisfaction des exigences.

C'est une phase sollicitant intensément la maquette numérique, en particulier dans sa fonction de cohérence géométrique/dimensionnelle et dans sa fonction de nourrir des modèles calculables (ou simulant les fonctionnements physiques de l'ouvrage représenté).

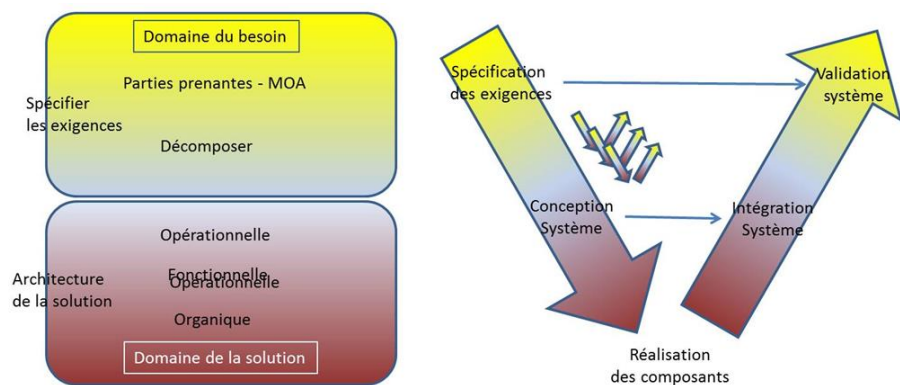
Le « dialogue » est permanent entre les questions et les réponses possibles qui se nourrissent mutuellement. Les points clés du succès de la gestion d'un projet sont :

- Une bonne expression des besoins au début des processus (l'architecture dite opérationnelle »).
- L'engagement permanent des représentants de ce dialogue et donc de la Maîtrise d'ouvrage, pour ce qui est de la question posée et de la maîtrise des coûts et délais.

Durant la deuxième phase, les éléments sont construits/réalisés et sont progressivement et opérationnellement vérifiés.

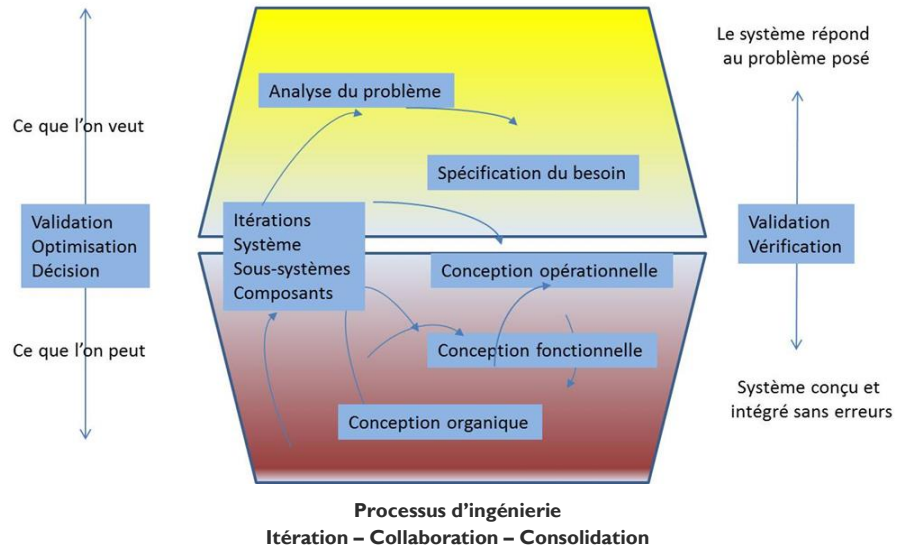
On parle alors d'un processus global en V, lui-même formé de multiples boucles de vérification par simulations et synthèses partielles (des mini ou micro V en quelque sorte) :

- Conception progressive des éléments.
- Validation et vérification progressive de l'intégration.
- Cycle en V.



Cycle en V

Processus



Critères

Il s'agit des critères - ou fondements rationnels - qui doivent guider les prises de décision, pour consolider la définition des composants du système :

- Base de réflexion technique large, ouverte.
- Critères de satisfaction des exigences (essentiel).
- Critère général de cohérence.

Pilotage MN

Définition du cadre méthodologique et contractuel de la MN

La structure d'intégration dont il a été question précédemment et ce processus générique doivent être instrumentés et documentés de façon spécifique à chaque projet. Le cadre contractuel doit avoir été élaboré dans ses grandes lignes pour y répondre (cf. lien vers point contractuel chapitre 4.11) et une première réunion de projet doit pouvoir s'assurer que :

- celui-ci est effectivement bien compris et adéquat,
- celui-ci est complété par toutes les règles de détail nécessaires pour assurer le fonctionnement le plus fluide possible des intervenants dans les revues de projet.

Confrontation et prise de décisions objectifs et niveaux de prise de décision

La pratique d'un processus de revue de projets doit viser à la prise fréquente de décisions, pour assurer la poursuite du travail, sa cohérence et la cohésion des équipes.

Niveau courant

Niveau courant : permettre la poursuite du travail jusqu'à la prochaine échéance fixée.

Il est recommandé de faire appel à des procédures outillées et documentées, pour détecter systématiquement les contradictions techniques :

- Les collisions c'est-à-dire les conflits de type géométriques entre structures, objets ou composants.
- Les gabarits, c'est-à-dire les enveloppes de catégories d'objets, dont il faut réserver les passages.
- Les réservations, c'est-à-dire les cavités à ménager dans les objets, de façon temporaire, pour permettre le passage d'objets ou composants, dont les formes ne sont pas encore connues avec précision ou dont le mode constructif nécessite de tels orifices.

Simultanément, il est d'ailleurs nécessaire de prévoir les outils de suivis de ces instances de contradictions à lever, en introduisant des notions de statut, par exemple :

- Identifié.
- À vérifier (solution).
- Provisoire / avec ou sans demande de modification au contrat.
- Adopté / accord contractuel éventuel.
- Validé.

Il est d'ailleurs possible de concevoir un suivi d'avancement de la maquette / du projet lui-même, en reportant sur des graphiques le nombre de contradictions dans leurs différents statuts.

Niveau validant

Niveau validant : arrêter des solutions une fois les conflits d'interface résolus.

Niveau majeur

Niveau majeur: préparation d'un document de synthèse posant l'ensemble de la problématique et demandant une prise de décisions au plus haut niveau.

Cela doit servir à nourrir les interfaces avec les thématiques 4.12 (risques) et 4.7 (management contractuel) :

- Décision de modification :
 - Selon les règles adoptées pour le projet.
 - Systématiquement impliquant le chef de projet pour toutes les questions où un intervenant demande une compensation financière ou un ordre de modification.
- Prise en compte du cadre des conditions contractuelles.
- Procédures d'avenants au contrat.

▼ Vérification des exigences

C'est là une vérification permanente et systématique, seule à même de garantir la performance de l'infrastructure.

Planification des réunions de la revue de projet

Périmètre

Elle doit s'inscrire dans une réflexion d'ensemble du processus d'ingénierie et d'intégration, lui-même dicté par les jalons contractuels du projet. Elle doit se traduire par un calendrier et un programme soigneusement tenu à jour.

Ceux-ci doivent refléter les décisions prises par la Maîtrise d'ouvrage lors de la structuration de l'intégration du projet.

Système d'ensemble

Ce sont les réunions permettant une revue d'ensemble du système ou de l'ouvrage dans toute sa globalité. À préparer soigneusement par des réunions spécifiques de chaque sous-système.

Sous-systèmes

Ce sont les réunions permettant une revue sur des sous-systèmes, dont on a clairement et préalablement identifié les conditions d'intégration dans l'ensemble (optionnel suivant les besoins).

Circonstances déclenchant les revues

Il faut à la fois, des réunions de revue de projet lors des jalons contractuels importants, mais aussi très régulièrement, des réunions pour préparer ces réunions majeures et garder la cohésion des équipe, ainsi que la cohérence du projet.

Jalons contractuels de projet	<p>Ce sont les jalons principalement identifiés lors du processus contractuel, comme étant des étapes indispensables à remplir, sanctionnant la mobilisation des ressources nécessaires (cf. point n°11) et l'atteinte des objectifs déterminés.</p> <p>Les réunions de jalons doivent vérifier les exigences mobilisées par le dit jalon.</p>
Jalons de processus	<p>Ce sont les jalons dictés par les règles de procédure de l'ingénierie des systèmes et ouvrages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • architecture opérationnelle de haut niveau, • exigences opérationnelles complètes, • architecture fonctionnelle de tout ou certains sous-systèmes, • etc. <p>C'est ici, d'un point de vue méthode de travail, un principe opératoire.</p>
Réunions de routine	<p>Les réunions de travail peuvent être hebdomadaires durant les phases d'intense production, voire plus fréquentes, pour assurer la progression continue du travail des équipes vers le jalon suivant.</p>

Outils méthodologiques

Les outils méthodologiques sont les suivants.

Planning général	--
Préparation	<p>Il s'agit du relevé des objectifs que doit viser la réunion, préparé dès la fin de la réunion précédente et fonction de la préparation des jalons ultérieurs</p> <p>Relevés des contradictions à étudier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contradictions antérieurement identifiées sur lesquelles progresser et changer de statuts (cf. ci-dessus). • Graphe de suivi des contradictions. • Parties de la MN à étudier du point de vue des contradictions à identifier. • Outils à utiliser pour détecter les types de contradictions à identifier.
Relevé de décisions	<p>Relevé factuel des décisions prises en séance et de leur horizon de validité ou de leur report éventuel à des instances décisionnelles plus élevées.</p>

4.11. Contrat

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 11 :



Carte Freemind thème 11

Préambule

Il s'agit d'éclairer les impacts contractuels relatifs à l'introduction de la MN, en particulier les prérequis qui doivent être imposés à tous les acteurs par le client ou son assistant (AMO), à mettre en relation avec les rôles et responsabilités et élucider comment les exigences sont introduites dans la MN et étudiées en revue de projet.

On peut être conforme à la réglementation, mais pas à la fonction (ex. : étude de visibilité, panneau de signalisation sur route, conformité des exigences).

Perspectives générales

La maquette numérique (MN) est un outil au service des acteurs d'un contrat de construction. Son introduction ne remet pas en cause les principes contractuels, mais elle implique des ajustements. Elle ne doit pas modifier les responsabilités naturelles de chacun des intervenants, mais doit pouvoir aider à assurer une meilleure traçabilité.

Elle s'inscrit, tout comme l'ouvrage à construire, dans un système d'ensemble dont elle hérite un certain nombre de contraintes. Il importe donc que la structure contractuelle qui découle de la structuration du projet d'ensemble, soit élaborée par le Maître d'ouvrage et précisée dans tous les contrats. En d'autres termes, les attendus de tout contrat doivent préciser ce contexte et la contribution de chaque contrat à l'objectif d'ensemble.

La MN est la représentation virtuelle nominale de l'ouvrage à construire, rénover ou démolir. La question de sa propriété ne peut être résolue qu'en l'affectant au Maître d'ouvrage ou à ses successeurs, opérateurs, mainteneurs ou propriétaires (voir thème 4 : ceci n'est aucunement contradictoire avec les autres droits, par exemple droit d'auteur que certains intervenants pourraient avoir, du fait de l'activité inventive qu'ils auraient pu développer au cours du projet).

La MN est une représentation virtuelle qui se constitue au fur et à mesure de la progression d'un projet, avec des niveaux de détail ou d'approfondissement différents selon les phases des projets. Certaines phases du projet peuvent conduire à des niveaux de détail plus simples, car répondant à des préoccupations ne les nécessitant plus. Ce peut être le cas lors de la livraison où les activités d'exploitation d'un ouvrage n'ont pas besoin, au quotidien, du même niveau de détails. Cependant, en liaison avec les grands jalons de la vie d'un projet, il est indispensable que soient prévus des archivages de la MN recensant tous les détails connus et décidés jusqu'alors, avant de passer à des phases ultérieures. Ainsi, durant la phase d'exploitation, des opérations majeures d'entretien ou de rénovation peuvent nécessiter de connaître des niveaux de détail du temps de la construction, alors que ceux-ci, devenus inutiles au quotidien, peuvent très bien avoir été supprimés de la MN courante.

En conclusion, le Maître d'ouvrage doit définir dans le contrat les différents niveaux de détails de la MN, selon les différentes phases (en lien avec la loi MOP).

Prescriptions de la MN dans le marché

Comment introduit-on la MN dans le marché ?

Le marché doit préciser :

- l'existence d'une MN,
- ses objectifs,
- son intégration dans le processus plus large du projet,
- son processus d'élaboration, sa structure, ses jalons de mise au point,
- son pilotage (voir chapitre 4.10),
- ses supports matériels tant en matière de standards, de logiciels que de hardware. (voir chapitre 4.8).

L'introduction de la MN suppose d'établir un processus itératif et collaboratif entre tous les acteurs, pour l'enrichir dans tous les détails nécessaires.

Le marché doit préciser également les obligations de participation à la MN et aux revues de projet sur MN, ainsi que les rôles attendus des différents intervenants. La fréquence des revues de projet est à préciser, en commençant par définir toutes les circonstances devant déclencher la revue de projet sur MN.

Les critères de prise de décision et leurs modalités, doivent être précisés (cf. le chapitre n° 4.10).

Qu'en est-il du DOE (dossier des ouvrages exécutés) ?

- pour les marchés publics, les dispositions du CCAG doivent expliquer comment transcrire les exigences dans la MN (exemple, les problèmes géométriques),
- pour les autres marchés, cela doit être expliqué dans le CCAP.

Le Maître d'ouvrage doit définir par contrat les échéances de livraison et le type de MN.

C'est dans cette partie qu'il convient de préciser toutes les spécifications de nature technologique (tant normes, soft et hard) de la MN proprement dite et des dispositifs de communication et accès.

Standards, logiciels et outils
de nature informatique
applicables à la MN

Conformité aux exigences

Les exigences sont spécifiées par le contrat de façon complète, mais bien sûr, pas nécessairement de façon exhaustive, puisque le contrat est passé alors que la conception des ouvrages n'est pas terminée.

Par « complète », il est entendu que tout contrat doit spécifier :

- L'ensemble des parties prenantes (l'environnement réglementaire en est une).
- Les exigences de nature opérationnelle que le système ou l'ouvrage à construire doit respecter.
- Les éventuelles exigences de nature fonctionnelle (par conformité à d'autres intervenants dans un projet plus vaste ou par conformité à une fonction systématiquement organisée par certains clients industriels), voire organique (pour compatibilité avec des fournitures opérées systématiquement par le client auprès de certains fournisseurs).

Conformité à l'environnement physique, respect des contraintes environnementales

Les contraintes environnementales sont par exemple :

Contraintes environnementales	
Climat	Températures extrêmes
	Vent, précipitations, neige
	Etc.
Agressivité chimique	
Évènements catastrophiques	Naturels : séismes incendie, inondations, etc.
	Anthropiques : attentats, accidents, incendie
	Etc.
Etc.	

Conformité aux exigences opérationnelles (en exploitation ou en maintenance) demandées par le client

La conformité aux exigences opérationnelles porte sur la description des exigences opérationnelles que l'ouvrage ou l'infrastructure doit remplir.

À titre d'exemple, le pont doit assurer un trafic quotidien de 1 000 PL de 44 t par sens, pour 99,5% du temps, hors catastrophes naturelles.

Conformité aux exigences de parties tierces

Une partie tierce est une partie extérieure au projet. Elle est impactée par la construction et le fonctionnement de cet ouvrage. Elle a donc des exigences vis-à-vis de cet ouvrage qu'il s'agit de transcrire précisément. Par exemple :

- Le pont doit laisser libre passage 24h/24, 7j/7, et 365j/an aux forces de police et aux ambulances.
- Le passage du Tour de France, etc.

Conformité aux exigences fonctionnelles et organiques ultérieures

Les exigences opérationnelles explicitées ci-dessus sont complétées au fur et à mesure du contrat par des exigences aux niveaux fonctionnels et organiques, héritant des exigences énoncées au contrat. Les exigences héritant de nouvelles exigences opérationnelles (ou modifiées de façon substantielle) doivent faire l'objet d'avenants au contrat. Les exigences fonctionnelles et organiques découlant d'exigences opérationnelles connues ou explicitées ne donneront pas lieu à avenant, sauf à ce qu'elles s'avèrent en contradiction avec les exigences de même type que le fournisseur (au sens du contrat visé) avait explicité comme étant à la base de son offre.

C'est là tout le processus des synthèses de projet avec les phases successives.

Conformité normative

Les normes sont par exemple :

- Normes d'usage (technique) : aux DTU, codes de calculs, normes techniques, etc.
- Aux standards, aux normes ISO : IFC, etc.

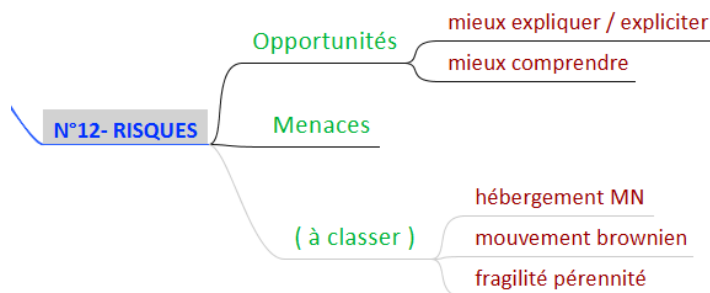
Conformité à la loi

- Les lois portent par exemple sur :
- Accessibilité PMR.
 - Incendie.

4.12. Risques

Représentation Freemind

Voici la représentation Freemind du thème 12 :



Carte Freemind thème 12

Préambule

Il s'agit de lister et documenter les risques les plus fréquents, les anticipations, les plans de repli :

- sur chacune des dimensions décrites ci-dessus,
- aux différentes phases du projet.

Opportunités

Celles-ci sont à relier aux objectifs du chapitre 4.2. Elles sont toutes le résultat de rendre possible la confrontation de tous les points de vue, à tous les instants du cycle de vie d'une infrastructure, au sein d'un même espace virtuel et de progresser pas à pas vers une solution respectant l'ensemble des exigences et points de vue :

- mieux expliquer/expliciter,
- mieux comprendre,
- qui, en retour, permettent de mieux anticiper et de traiter tout incident au plus tôt et le plus rapidement, puisque les exigences de traçabilité permettent une remontée aux origines des décisions devant être éventuellement revues.

Menaces

Les menaces à craindre dans le BIM et la MN sont les « maladies » et écueils les plus fréquents des processus collaboratif et numériques.

Au titre des processus collaboratifs, ceux-ci sont très consommateurs de temps passé en une activité de conception collective. Ce temps doit rester raisonnable.

Au titre des processus numériques, qui ne sont pas, par définition de l'ordre du sensible pour les personnes et individus travaillant autour d'un projet, il y a les menaces :

- de projets si formalisés, qu'ils en deviennent sans réelle prises sur la réalité,
- de données et d'informations sur support informatisés, trop rapidement traitées ou effacées, trop fragiles et trop peu pérennes, par disparition des technologies ou de leurs obsolescences programmées par certains acteurs.

Risques à anticiper	Les risques peuvent être identifiés aisément à partir des menaces et faiblesses propres à chaque organisation
Hébergement MN	Les dispositions matérielles et logicielles retenues ne sont pas à sous-estimer car les processus collaboratifs sont générateurs de flux d'information très importants. La plateforme d'échanges, les infrastructures de télécommunications, la capacité de stockage (y compris sa localisation assurant l'indépendance voulue et le respect des lois nombreuses en la matière - propriété intellectuelles, protection de la vie privée etc.) doivent être largement dimensionnées et les outils logiciels interopérables voire universels (par exemple pour les visualiseurs).
Formalisation excessive	L'usage des niveaux de détail, de développement ou d'information est recommandé, mais il faut le faire avec précautions. Les niveaux les plus élevés ne sont que très rarement justifiés et ce n'est pas parce que c'est soit disant « facile » d'obtenir des rendus « réalistes » avec l'informatique et les machines qu'il faut en user et abuser. C'est en faisant preuve de modération dans l'usage, que cette recommandation prendra toute son efficacité.
Management fiable	<p>Il faut, pour maîtriser un processus collaboratif, beaucoup d'ordre, de structuration, de hiérarchisation des activités, de préparation par la cellule centrale, de façon à concentrer les activités en collectif à l'indispensable et laisser à tous les acteurs le temps et la préparation nécessaire à développer leurs propres activités individuelles, préparant à la mise en commun.</p> <p>Lors des réunions collectives telles que les Revues numérisées, il est important de planifier des activités sensibles pour tous les intervenants convoqués et il convient de ménager des temps de respiration pour tous. Le « meneur de jeu » en la matière, doit être en capacité d'intégrer les technologies entre elles et d'obtenir la convergence des acteurs.</p>
Fragilité pérennité	<p>Les acteurs BIM doivent veiller à une technologie informatique fiable et à des pratiques sûres. Cette rigueur est la clef pour ne pas voir dériver le processus collaboratif en joyeux, mais inefficace mouvement brownien !</p> <p>Obtenir une bonne résilience et faciliter les processus itératifs de convergence progressive, repose sur la traçabilité des contributions, sur la multiplicité des sauvegardes et archivages, sur le maintien d'outils d'accès, tant logiciels que matériels. Toutes les solutions matérielles et logicielles sur le marché sont loin d'être idéales de ce point de vue, il convient donc de faire pour chaque projet une analyse <i>ad hoc</i> des capacités techniques accessibles.</p>

5. CONTRIBUTION AUX THEMES DE MINⁿD

Préambule

Comme on a pu le voir dans les chapitres précédents, la revue de projet désigne tout à la fois :

- une réunion de revue d'un projet par toutes les parties prenantes,
- un processus de conduite de projet, liant toute une série de revues de projet.

La source des succès et échecs rencontrés par les projets (ceux d'infrastructures n'y échappent pas) est bien souvent liée aux interfaces entre les composants d'une construction, derrière lesquels se trouvent des organisations humaines qui n'ont pas convergé dans leurs prises de décision. C'est ce que nous avons vu dans la présentation des bonnes et mauvaises pratiques.

Si les interactions entre parties prenantes d'un projet ne se réduisent pas aux revues de projets, les revues de projets n'en constituent pas moins un ensemble structuré et ouvert, organisant ces interactions en un certain nombre de temps forts. Il n'est donc pas étonnant que de la bonne conduite de ce processus dépende en grande partie le succès d'un projet. C'est en ce sens que ce cas d'usage est central dans la problématique étudiée par MINnD. Il est naturel que ce cas d'usage puisse servir de point d'entrée et d'apports de réflexions à tous les thèmes de MINnD.

5.1. Observatoire

État de l'art des autres industries

Du fait de sa position centrale dans la conduite de projet, l'état de l'art rassemblé à l'occasion (chapitre 3) est à consolider au sein de l'Observatoire, avec tous les autres états de l'art qui ont pu être collectés par les autres travaux de MINnD. C'est le cas du thème juridique et contractuel, en effervescence avec la généralisation des demandes gouvernementales d'adopter le BIM dans les AO de construction.

Participation à un glossaire BIM (vocabulaire de la revue de projet)

Le domaine de la revue de projet, formalisé ou à formaliser dans le domaine des infrastructures et de la construction, est un domaine nouveau pour les acteurs professionnels actuels du secteur de la construction. Les questions de sémantique et de langage partagé – pouvant aller jusqu'à des besoins d'ontologies complètement décrites – sont importantes. Il s'agit d'établir une base sémantique à partir de laquelle la collaboration et la coopération raisonnée peut s'installer entre les acteurs d'un projet.

Prenons un exemple, celui de BIM manager, introduit par la MN et le BIM. Pour d'aucuns, il s'agirait d'un nouveau métier à institutionnaliser, auquel confier la responsabilité de la Maquette Numérique et de la conduite du processus numérique produisant la maquette. Pour d'autres, il s'agit d'un spécialiste informatique en soutien des équipes de construction.

Pour le groupe de travail de l'UC4, il s'agit d'une compétence et non d'un métier institutionnel. Il s'agit d'une compétence en système d'informations qu'il convient d'apporter aux personnes en charge de veiller à l'intégration des composants en un ouvrage (infrastructure, bâtiment, système industriel) performant. Cette compétence concerne aussi bien la conception que la construction.

Le glossaire est l'affaire commune de tous les thèmes et cas d'usages. Il est nécessaire de partager et d'harmoniser celui-ci, à partir des nombreux exemples de glossaires en développement ou développés. Avec une base commune, tout nouvel acteur peut comprendre les raisons de tel ou tel choix de vocabulaire.

5.2. Thème I : mise en perspective

Outils	Description
Format BCF	Les échanges étant à la base des interactions, il est important de suivre l'évolution du format BCF de Building Smart, qui cherche à normaliser les formats d'échanges de métadonnées, sans échanger les maquettes elles-mêmes.
Outils PLM et MMS	Le PLM et le MMS (Cf. Annexe3 Glossaire) sont des outils qui présentent un potentiel de progrès et d'interface dans l'adoption du BIM. Ils introduisent les problématiques de la dynamique de construction des informations de la maquette numérique y compris pour les phases d'exploitation et de maintenance. (Cf. chapitre 4.10.5).
Outils logiciels de contrôle et de cohérences des données (fonctionnalités attendues)	--
Détection des collisions et incohérences - Méthodologie et traitement des résultats obtenus (tri, sélection, élimination de faux problèmes, dérogation, etc.)	Pour autant que les descriptions des objets des modèles soient « <i>machine readable</i> » (richesse sémantique ¹ telle, que des traitements informatiques puissent être conduits), il est intéressant que des outils « automatiques » toujours plus efficaces soient développés pour détecter les collisions, les incohérences et la conformité aux règles, même s'ils ne sont jamais que des aides à la décision.
Plateforme d'échange (partage des collisions pour leur affectation/résolution)	Comme dans tout processus collectif, l'existence d'un lieu central ou plateforme, est indispensable pour recueillir le résultat des interactions n à n (cf. chapitre 4.8).

Technologies	Description
	<p>Les technologies employées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revue de projet en mode connecté. • Visioconférence et matériels nécessaires. • Logiciels et architecture informatique préconisés. <p>Les revues de projets impliquent l'interaction simultanée de tous les points de vue nécessaires à la réalisation des objectifs spécifiques de la revue de projet décidée. Cette revue doit évidemment reposer aussi sur des informations numériques et des représentations virtuelles. Ce point est à moduler selon la taille des projets considérés.</p> <p>Il peut être ainsi nécessaire de prévoir des équipements bien dimensionnés en un lieu spécifique, permettant l'interaction temps réel, la visualisation, la simulation, etc. En ce domaine, l'exemple de l'ESA dans le domaine spatial montre ce que peut être une situation idéale pour le monde de la construction, même si cela est difficilement applicable dès maintenant en l'état (cf. chapitre 3.1.4.2).</p>

¹ Le format de description d'une géométrie (par exemple la surface extérieure d'un cylindre) par des facettes ou des nuages de point n'est pas « machine readable », en ce sens qu'il ne désigne pas une poutre d'une certaine forme qu'il est possible de calculer dans une certaine structure. Il est suffisant pour visualiser, mais d'aucune utilité pour la vérification mécanique.

Processus Les processus sont les suivants :

Processus	Description
Planification et suivi des revues de projets	Il ne semble pas que des outils spécifiques aient été développés en ce domaine et les outils généralistes de planification sont sans doute déjà utilisables. Il n'en reste pas moins qu'au vue de l'importance des revues de projets, il serait intéressant de disposer d'interfaces spécifiques, développées en couches supplémentaires de ces logiciels généralistes. (cf. chapitre 4.10.6, etc.).
Règles de nommages des collisions et incohérences	--
Gestion et flux de traitement (statuts de résolution)	--
Traçabilité des décisions	Comme dans tout processus itératif et collaboratif, il est nécessaire de suivre toutes les imperfections détectées en revues de projet, de les hiérarchiser et d'en suivre très précisément les solutions. À ce titre les outils PLM, MMS sont des supports intéressants. (cf. chapitre 4.10.6).
Acteurs impliqués/Responsabilités	Ce point est fondamental dans l'identification des responsabilités. Il est abordé dans les chapitres 3 (bonnes et mauvaise pratiques) et 4 (revue de projet idéale), en particulier avec l'identification des acteurs. Il est en interaction très forte aussi avec le thème 4. (cf. chapitres 3 / 4.10.1 / 4.10.2 / 4.10.4 etc.).
Métrix associés (indicateurs performance)	--
Implication dans écriture BEP – Guide méthodologique	--

5.3. Thème 2 : Expérimentations

Démonstrateur / Mise en œuvre d'une revue de projet dans un environnement représentatif

Toute formalisation ne valant qu'après validation par l'expérience ou par des expériences suivant des protocoles détaillés pour en valider tous les aspects, il est conseillé de passer à une expérimentation échelle 1 sur un projet réel ou tout au moins sur une ou des études de cas (cf. chapitre 4 dans son ensemble).

5.4. Thème 3 : Structuration des informations

Sous-thèmes concernés Les sous-thèmes concernés sont les suivants :

Sous-thèmes	Description
Structuration des données (zone géographique / systèmes) et nommage.	Ce thème est sous-jacent à nombre de sous-chapitres du chapitre 4. (cf. chapitre 4.10.5, etc.).
Scénarios de collisions (avec tolérances associées).	--
Règle de nommage des collisions et interférences.	--

Sous-thèmes	Description
Gestion des incertitudes (LOD par phase d'étude).	Le phasage de la complétion des informations à décider dans un processus itératif et progressif est tout à fait central. Une bonne compréhension et adhésion des parties prenantes en sont un point clé. De celles-ci dépendent une planification efficace des revues de projet. (cf. chapitre 4.10.6, etc.).

5.5. Aspects réglementaires

Sous-thèmes concernés	<p>Les sous-thèmes concernés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilités. • Traçabilité des décisions. • Traçabilité des résolutions de collisions. <p>Ce thème est particulièrement présent dans le chapitre 4, aux points traitants du contrat et des procédures et des risques. (cf. chapitres 4.7 / 4.10, etc.).</p>
------------------------------	---

Loi MOP et BIM	<p>La loi MOP permet d'arrêter le contenu des éléments de mission. La loi MOP organise et distribue les rôles attendus et responsabilités entre l'ensemble des acteurs intervenants pour la réalisation des ouvrages, à l'exception des bureaux de contrôles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour Patrick Vrignon, président de BTP consultants (ingénierie de contrôle), le monde du BTP vit une « révolution avec le BIM ». « Elle va changer la manière de travailler ensemble. On parle de plus en plus de qualité d'usage pour ceux qui habitent les locaux, de notion de confort, de santé avec la qualité de l'air. Or la loi MOP parle peu d'exploitation. Elle est comme le taylorisme au XIXème siècle avec le séquençage, alors qu'avec le BIM, on va tous travailler autour d'un même objet». • EGF-BTP (entreprises générales de France, du bâtiment et des travaux publics) a publié sa note de position « Intégrer le processus BIM dans un marché public global », démontrant qu'il n'existe pas d'obstacle entre la loi MOP et l'usage du BIM dans les marchés, dès à présent et en proposant la mise en place d'un BIM conception, suivi d'un BIM exécution. <i>Cf. Annexe 5 Références documentaires</i> • Pour Éric Berger, directeur du Patrimoine Immobilier La Croix Rouge (constructeur promoteur) : « Il est temps de revoir la loi MOP, de simplifier ses décrets pour arriver à une redéfinition du rôle des intervenants et de passer d'une maîtrise d'œuvre séquentielle au BIM. ». • Le GT Maîtrise d'ouvrage et BIM du PTNB, sous l'autorité de la MIQCP (Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques) – M. Christian ROMON « a pour objectif de proposer des éléments supports à la rédaction de recommandations destinées à la maîtrise d'ouvrage, pour favoriser l'utilisation de la maquette numérique dans le cadre des marchés publics, mais aussi, dans un second temps, pour la Maîtrise d'ouvrage privée. Il convient donc de mobiliser, motiver et rassurer la maîtrise d'ouvrage, qui aujourd'hui, peut apparaître comme hésitante, voire attentiste face à ce nouveau mode opératoire qu'est la maquette numérique ». La MIQCP ne s'oriente pas vers une réécriture de la Loi MOP, ne trouvant aucune contre-indication BIM avec la réglementation actuelle. <i>Cf. Annexe 5 Références documentaires</i>
-----------------------	---

6. ANNEXES

6.1. Annexe I – Extrait du Programme de Recherche

« Maîtriser et partager les informations sont des enjeux essentiels pour le secteur du BTP qui doit aujourd'hui faire face aux évolutions majeures du métier, telles que la complexification des projets, le développement de l'écoconception et des nouveaux types de partenariats entre les acteurs (PPP, concessions), l'obligation de maîtriser les risques (anticipation, identification, évaluation, répartition) ou encore le développement du BIM (Building Information Modelling). Les plans, les notes et notices, les fichiers ont montré leurs limites et seront inévitablement remplacés par l'information numérique dans les prochaines années. Le premier enjeu est donc bien de passer à l'élément plus fin qu'est l'information en se dotant d'une structuration et d'un standard d'échange des informations (reconnus sur le plan international) et d'outils adaptés qui seront, soit transversaux comme par exemple la maquette numérique, soit spécialisés comme les outils développés actuellement par chaque acteur. [...] ».

« En l'espace de 20 ans, l'industrie de l'aéronautique et de l'automobile a connu plusieurs révolutions au travers de la Conception assistée par Ordinateur, puis de la fabrication assistée par Ordinateur, enfin, par la gestion complète du cycle de vie des produits complètement dématérialisée : plus de plans papiers, plus de maquette, la documentation technique est numérisée et associée aux objets virtuels à fabriquer, en cours de fabrication ou en cours d'utilisation. Le numérique s'est généralisé et a provoqué une complète refonte des processus de conception, de fabrication et de maintenance. A la demande des industriels, de très importants programmes demandant des investissements financiers et humains très lourds ont été mis en place. Dans ces secteurs, un niveau de maturité a été atteint autour des utilisations et du déploiement des outils numériques. La modélisation des informations et des processus de ce secteur a mobilisé largement les chercheurs et les industriels qui ont élaboré et adapté concepts et outils.

L'industrie du BTP (Bâtiment et Travaux publics) de son côté n'est pas restée passive face à la généralisation du numérique. Depuis 20 ans, les outils numériques s'y sont installés et développés, aussi bien dans le secteur du Bâtiments que dans celui des Travaux Publics et des infrastructures².

Cependant, le BTP n'est pas régi par les mêmes évolutions d'organisations et les mêmes règles contractuelles que l'industrie manufacturière. Il connaît des différenciations majeures en son sein, notamment entre la partie Bâtiment et la partie Travaux Publics, avec pourtant des acteurs bien souvent identiques.

Le bâtiment, à partir de développements internationaux s'est emparé récemment de la problématique et des méthodologies du « Building Information Modelling (BIM) » débouchant sur des propositions et des solutions d'interopérabilité.

Le domaine des Infrastructures, en raison de ses spécificités, est resté à l'écart. Les spécificités sont autant d'ordre technique que de structuration du secteur, comme acteur et comme marché. [...]

Il y a donc, pour le domaine des infrastructures, une actualité et une nécessité à investir sur les formes de représentation et d'évolution des objets à construire ou à gérer dans leur environnement spatial et social. La faisabilité doit être aussi examinée pour le domaine propre des infrastructures.

Le terme modèle, plutôt que maquette, a donc été choisi à dessein : l'acte de représentation graphique en 3D s'apparente à un acte courant. Mais l'acte de représentation du système de relations et de contraintes spatiales, environnementales et contractuelles est encore à réfléchir et à élaborer. Cette démarche doit reposer sur un travail commun de l'ensemble du secteur des infrastructures et donc du BTP afin d'arriver à un (des) modèle(s) d'information des infrastructures qui soient interopérables et durables (MINnD).[...] »

² Comme on le verra dans le paragraphe suivant, on appellera « Infrastructure » l'ensemble des constructions, des installations et de leur environnement composant le projet ou l'ouvrage à réaliser et/ou à exploiter.

6.2. Annexe 2 – Quelques acteurs du BIM

Acteurs institutionnels	
Le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment	<p>« Lors du conseil des ministres du 10 décembre 2014, Madame Sylvia Pinel, ministre du Logement, de l'Égalité des territoires et de la Ruralité, a présenté son plan de relance de la construction. Figurant parmi les trois plans d'intervention, le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB) vise à accélérer le déploiement des outils numériques à l'échelle de l'ensemble du secteur du bâtiment. »</p> <p>http://www.batiment-numerique.fr/notre-mission/presentation.htm</p>
Mediaconstruct	<p>« Mediaconstruct est le chapitre francophone de BuildingSMART International en charge d'un ensemble de normes relatives à la maquette numérique (dont l'ISO-IFC). Mediaconstruct est donc en France le porteur du concept de la maquette numérique standardisée « Open ». L'association loi 1901 rassemble tous les acteurs de la filière BTP, organisations et associations professionnelles mais aussi des entreprises. Réseau de tous les acteurs du BTP, Mediaconstruct est ainsi un lieu neutre de dialogue et de concertation. Tiers de confiance, elle travaille aux côtés des pouvoirs publics pour généraliser l'usage du BIM en France et participe aux travaux internationaux sur la normalisation et l'interopérabilité. »</p> <p>http://www.mediaconstruct.fr/lassociation/vision-et-projets</p>
AFNOR	<p>« L'association AFNOR et ses filiales constituent un groupe international au service de l'intérêt général et du développement économique des organisations »</p> <p>L'AFNOR et sa commission PPBIM ont publié la première norme française relative au BIM dite la norme PPBIM : NF XP P07-150. Cette norme française est portée en Europe au CEN dans le TC442, WG4, working group dont l'AFNOR assure l'animation et le secrétariat.</p> <p>La commission AFNOR / PPBIM accueille le GE 2 : format neutre d'échange (miroir du WG2), le GE 3 IDM : groupe de travail pour l'élaboration de process neutres BIM (miroir du WG3) et le GE 4 Data dictionary (miroir du WG4).</p> <p>La commission AFNOR / PPBIM est également le groupe miroir des travaux ISO/TC 59/SC 13.</p>
Initiatives privées	
Site internet Objectif BIM	<p>« Ou plutôt qui suis-je? Objectif BIM est le travail d'une seule personne passionnée par les changements qui interviennent dans le monde de la construction. Je m'appelle Patrick Riedo et je suis un technicien en génie civil vivant en Suisse. Même s'il m'arrive de travailler sur des bâtiments industriels, je suis plutôt spécialisé dans la conception d'infrastructures, routes, réseaux d'assainissement. J'ai plus de 25 ans d'expérience en génie civil et structures en béton armé et j'ai travaillé en Suisse, au Canada et au Royaume-Uni où j'ai découvert le BIM. »</p> <p>http://www.objectif-bim.com/index.php/qui-sommes-nous</p>

6.3. Annexe 3 – Glossaire

INDUSTRIE AERONAUTIQUE

[RG.Aéro 000 40] - Recommandation générale - spécification de management de programme - 1999

- **Arborescence-fonction** : Représentation du produit ou du système montrant la décomposition en fonctions et sous fonctions qui doivent être remplies par différents niveaux de produits.
- **Arborescence-produit** : Représentation du produit ou du système montrant la décomposition physique en niveaux successifs de produits.
- **Architecture fonctionnelle** : Décomposition structurée du système en fonctions et sous fonctions (interfaces internes et externes et flux de données) qui répond à un besoin.
- **Architecture physique** : Arrangement d'éléments physiques qui définissent une solution (produits et processus d'utilisation) conçue pour satisfaire un besoin exprimé par une architecture fonctionnelle. (selon IEEE 1220).
- **Article de configuration** : Ensemble de matériels, de logiciels, de produits issus de processus à caractère continu, de services ou un sous-ensemble défini de ceux-ci, qui a été retenu pour la gestion de la configuration et qui est traité comme une seule entité dans le processus de gestion de la configuration. (ISO 10007)
- **Configuration** : Ensemble des caractéristiques fonctionnelles et physiques d'un produit définies par les documents techniques et obtenues par le produit (ISO 10007)
- **Configuration applicable** : Configuration d'un produit à appliquer, identifiée par ses évolutions par rapport à une configuration de référence. À un instant donné, il peut exister plusieurs configurations applicables pour un même produit.
- **Configuration de référence** : Configuration d'un produit, formellement établie à une étape de la vie du produit et servant de référence pour les activités ultérieures. (selon ISO 10007)
- **Configuration réalisée** : Configuration d'un exemplaire du produit identifiée par ses écarts de conformité par rapport à sa configuration applicable.
- **Configuration utilisée** : Configuration d'un exemplaire du produit identifiée par sa configuration réalisée à laquelle s'ajoutent les conséquences, sur ses caractéristiques fonctionnelles et physiques, des événements survenus en service.
- **Ingénierie système** : Ingénierie, impliquant la convergence de disciplines techniques différentes, qui permet au client et au fournisseur de coordonner les différents processus techniques (analyse de besoin, conception, ...) concourant de manière itérative et exhaustive à l'adéquation de la solution au besoin tout au long du cycle de vie du produit ou du système.
- **Organigramme des tâches** : Décomposition structurée et complète de tout le programme, basée sur l'arborescence-produit ou l'arborescence-fonction, identifiant les tâches et les moyens principaux requis pour dérouler le programme.
- **Processus** : Ensemble de moyens et d'activités liés concourant à l'obtention d'un résultat défini qui transforment des éléments entrants en éléments sortants.
 - (selon ISO 8402)
- **Programme** : Ensemble coordonné de tâches techniques, administratives et financières, destiné à concevoir, développer, réaliser et utiliser un produit, satisfaisant un besoin dans les meilleures conditions économiques, ainsi qu'à en assurer le soutien et à envisager les contraintes de retrait du service.
- **Revue** : Examen méthodique par une équipe extérieure au programme des résultats obtenus à un moment donné dans le déroulement d'un programme. La revue constitue une aide à la décision mais ne doit pas être confondue avec la prise de décision. (NF L 00-007 B)
 - **Les Revues**. Le client et le fournisseur s'accordent contractuellement sur les revues à mener dans le cadre du programme, en particulier dans le cas des jalons. Chaque revue est un examen critique effectué par une équipe si possible non impliquée directement dans les activités faisant l'objet de la revue et a pour but d'aider à :
 - statuer sur la validité des résultats par rapport aux prévisions et exigences contractuelles,

- permettre d'engager des actions correctives et/ou préventives en cas de dérives ou d'insuffisances,
 - matérialiser le passage à l'étape suivante et décider de franchir le jalon correspondant le cas échéant.
 - Le client et le fournisseur s'accordent sur l'organisation des revues et la documentation à présenter.
- **Les Revues de la configuration.** Les « revues de la configuration » ont pour objet de vérifier la conformité des configurations du produit qui sont constatées par rapport aux configurations de référence ou dérivées définies dans les documents associés. Dans le cadre des « revues de la configuration », deux types de revues sont à considérer :
- la revue de la configuration fonctionnelle : examen formel pour vérifier que la définition du produit répond aux performances et aux caractéristiques fonctionnelles spécifiées dans le référentiel antérieur (inclus dans les revues de définition préliminaire, de conception détaillée, de qualification, ...),
 - la revue de la configuration physique : examen formel de la configuration du produit « tel que réalisé », afin de vérifier qu'il est conforme à son dossier de définition (inclus dans les revues de qualification, revues critiques de premier article, revues d'acceptation, ...).
- **Système** : Ensemble complexe de matériels, logiciels, personnels et processus d'utilisation, organisés de manière à satisfaire les besoins et à remplir les services attendus, dans un environnement donné. NOTE : Un système lorsqu'il constitue une fourniture est un produit.
 - **Traçabilité** : Aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'une entité au moyen d'identifications enregistrées. (selon ISO 8402)
 - **Validation** : Confirmation par examen et apport de preuves tangibles que les exigences particulières pour un usage spécifique prévu sont satisfaites. (selon ISO 8402)
 - **Vérification** : Confirmation par examen et apport de preuves tangibles que les exigences spécifiées ont été satisfaites. (selon ISO 8402)

NORME FD X 50-118

- **Direction de projet** : fonction dans le cadre de laquelle sont prises les décisions relatives aux objectifs, à la politique, aux aspects financiers et à l'organisation du projet. Cette fonction peut être partagée entre plusieurs personnes dans les projets d'une certaine importance. [Voir FD X 50-115]
- **Document de cadrage du projet** : document interne à l'organisme établi afin de clarifier les enjeux, les contraintes, les objectifs et le périmètre d'intervention. Ce document peut prendre différentes formes et appellations en fonction des organisations.
- **Gestion de projet** : fonction dont l'objectif essentiel est d'apporter à la direction de projet l'ensemble des informations analysées dans le but d'assurer la pertinence et l'opportunité de ses décisions. [Voir FD X 50-115]
- **Jalon** : repère prédéterminé et significatif dans le cours du projet. [Voir FD X 50-115]
 - En général le jalon est lié à un événement et marque la limite d'une phase ou d'un ensemble d'activités.
 - Le jalon déclenche le démarrage de la phase ou de l'ensemble d'activités suivantes.
- **Performance**: rapport entre les résultats prévus et les résultats atteints
 - Le concept de performance d'un projet regroupe la recherche d'efficacité comprise comme l'optimisation des activités du projet en fonction des ressources disponibles et mises en œuvre et celle de l'efficacité comprise comme le degré de réalisation des exigences du projet (contenu, coûts et délais).
 - La performance est liée à des objectifs préalablement établis par l'organisme.
- **Phase** : ensemble d'activités du projet aboutissant à un ou des livrables déterminés. Une phase est caractérisée par un ensemble de paramètres (données d'entrée, données de sortie, activités, acteurs, objectifs, etc.)

- **Plan de management de projet** : document qui spécifie les éléments nécessaires permettant d'atteindre l'(les) objectif(s) du projet. [Voir FD ISO 10006:2003]
 - Il convient que le plan de management du projet comprenne le plan de qualité du projet ou s'y réfère.
 - Le plan de management du projet comprend également d'autres plans ou y fait référence, tels que ceux concernant l'organisation, les ressources, le planning, le budget, le management des risques, le management environnemental, le management en matière d'hygiène et de sécurité ainsi que la gestion de la sûreté, le cas échéant.
 - Le plan de management est rédigé sous la responsabilité du responsable de projet.

- **Projet** : un projet est un processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques incluant les contraintes de délais, de coûts et de ressources. [Voir FD ISO 10006:2003]
 - Il est possible qu'un projet individuel fasse partie d'une structure de projet plus large.
 - Dans certains projets, le ou les objectifs et le domaine d'application sont actualisés et les caractéristiques du produit sont déterminées progressivement, à mesure que le projet progresse (ISO 9000:2000, 3.4.3)
 - Le produit du projet (voir ISO 9000:2000, 3.4.2) est généralement défini dans le contenu du projet. Il peut s'agir d'une ou de plusieurs unités de produit, matérielles ou non.
 - L'organisation du projet est normalement temporaire et n'est mise en place que pour la durée de vie du projet.
 - La complexité des interactions entre les activités du projet n'est pas nécessairement liée à la taille du projet.

Un projet est une organisation temporaire spécifique mise en œuvre dans le but d'obtenir un nouveau produit, un nouveau service, une nouvelle organisation, etc., ce qui constitue l'objet ou le résultat du projet.

Les principales caractéristiques d'un projet sont :

- son unicité par rapport à son objet, son périmètre et aux objectifs à atteindre ;
- sa limite dans le temps ;
- ses moyens alloués, gérés de manière autonome.

Ces caractéristiques ont pour corollaire :

- la mise en place d'une organisation dédiée dans laquelle les rôles et les responsabilités des acteurs sont précisés et formalisés ;
- une logique de déroulement structurée ;
- un management des risques visant à maîtriser l'incertitude inhérente à tout projet.

Le projet s'articule donc sur deux axes collaboratifs, interdépendants et mis en synergie, faisant appel à deux types de compétences : l'une, managériale, tournée vers la mise en place de l'organisation et l'atteinte des objectifs, l'autre, technique, tournée vers la conception et la réalisation de l'objet du projet.

Il existe une grande variété de projets, par exemple :

- construction d'un bâtiment ;
- projet de changement culturel et organisationnel ;
- acquisition d'un système d'information ;
- projet de retrait d'un modèle de véhicule d'un marché ;
- organisation d'un événement ;
- démantèlement d'une centrale énergétique.

Au-delà des principes généraux, le management de projet devra, pour être efficace, être adapté aux objectifs et aux enjeux et au contexte de chaque projet. Le plan de management du projet sera la réponse apportée, sur le plan organisationnel, par l'équipe projet à ses spécificités.

- **Revue de projet** : examen systématique et critique entrepris pour vérifier et valider la pertinence, l'adéquation et l'efficacité des résultats des activités du projet par rapport à ses objectifs.

- **Responsable du projet** : responsable désigné par la direction de son organisme (client ou réalisateur) pour diriger, organiser, planifier et mener à bien le projet — ou la partie de projet — dont l'organisme est chargé, en tenant compte des contraintes qui lui sont imposées
 - Selon les organismes le titre donné au responsable du projet peut varier : chef de projet, chargé d'affaire, directeur de projet, etc.
 - En fonction des enjeux, de l'ampleur du projet, du nombre de partenaires impliqués, les modalités de désignation du responsable de projet varient ainsi que les limites de ses responsabilités.

DICTIONNAIRE DE MANAGEMENT DE PROJET AFITEP

- **Activité** (Activity) : Ensemble de tâches qui consomment du temps et des ressources, et dont l'exécution est nécessaire pour obtenir, ou contribuer, à la réalisation d'un ou de plusieurs résultats.
 - Elle dépend du niveau de détail recherché lors de l'élaboration de l'organigramme des tâches.
 - En planification, le terme « tâche » est souvent considéré comme une activité ou un groupe d'activités.
 - Elles sont souvent qualifiées comme suit :
 - activité aboutissant à un jalon (milestone activity) ;
 - activité achevée (completed activity) ;
 - activité clé (key activity) que l'on désire faire apparaître particulièrement (pour les tableaux de bord, par exemple) ;
 - activité critique (critical activity) située sur le chemin critique ;
 - activité datée (scheduled activity) ;
 - activité en cours (in-progress activity) ;
 - activité-interface (interface activity), frontière entre deux systèmes de gestion de projet analysables, soit ensemble (consolidation), soit séparément en conservant la date de ces activités en interface ;
 - activité fictive (dummy activity) – terme de la méthode PERT correspondant à un sous-ensemble de liaisons confondues, telles que leurs événements, de début ou de fin, participent à deux étapes différentes. Ce terme n'a pas d'usage dans les méthodes de représentation où toutes les liaisons sont individualisées ;
 - activité liée (tied activity).
 - activité sous-critique (near critical activity) – en théorie, l'activité sous-critique a une marge totale légèrement supérieure à celle du chemin critique. Pour un chef de projet, c'est une activité qui n'est pas située sur le chemin critique et dont la marge totale a une faible valeur positive. En effet, il considère que toute activité de marge totale négative est critique, même si elle ne l'est pas nécessairement en théorie ;
 - activité prévue (planned activity).
- **Contenu du projet** (Statement of work) : Description du produit du projet, de ses caractéristiques ainsi que de la façon dont celles-ci sont mesurées ou évaluées (ISO 10006).
 - Le contenu d'un projet est parfois appelé « périmètre du projet » ou « scope du projet ».
 - Il comporte généralement des limites de fourniture et une liste d'exclusions.
 - Ce terme désigne également l'ensemble des composants, des services, des travaux nécessaires à l'atteinte des objectifs du projet.
- **Contexte du projet** (Project environment, project context) : Environnement dans lequel le projet est défini, planifié, exécuté et évalué.
 - Le contexte peut être géographique, politique, environnemental, social, économique, financier, technologique, stratégique, concurrentiel, réglementaire, etc.
 - Le contexte est un des principaux paramètres à prendre en compte lors du montage de projet.
- **Cycle de vie d'un produit** (Product life cycle) : Ensemble de toutes les situations dans lesquelles se trouve (ou se trouvera) le produit au cours de sa vie, à partir de l'expression de son besoin jusqu'au retrait du service quelle qu'en soit la forme (NF X 50-100).

- Ce cycle comprend généralement les 5 étapes suivantes :
 - o développement du produit ;
 - o introduction du produit sur le marché ;
 - o croissance ;
 - o maturité ;
 - o déclin.
- Dans certains champs d'application, le cycle de vie d'un projet fait partie du cycle de vie du produit.
- Le cycle de vie d'un projet traverse une série de phases pour créer le produit, des projets supplémentaires pouvant inclure une amélioration de la performance du produit.
- **Cycle de vie d'un projet** (Project lifecycle) : Ensemble, généralement séquentiel, des phases du projet, allant de l'idée initiale jusqu'à son achèvement.
 - Ce cycle comprend la phase d'avant-projet, la phase de réalisation et la phase de clôture du projet.
 - Le nom et le nombre des phases sont déterminés en fonction des besoins de maîtrise par les organismes impliqués dans le projet.
- **Étape** (Node) : Point de liaison entre des activités amont et des activités aval.
 - Ce terme est également appelé « événement » ou « nœud ».
 - Dans la méthode PERT, l'étape est le commencement ou la fin d'une tâche. Elle est généralement représentée par un cercle numéroté.
 - Le réseau d'un projet part d'une étape début unique (correspondant au point de départ ou à la décision de lancement du projet) et aboutit à une étape de fin unique (correspondant à la fin du projet).
- **Jalon** (Milestone) : Repère prédéterminé et significatif dans le cours du projet (FD X50-115).
 - En général, le jalon est lié à un événement ou à une étape, et marque la limite d'une phase ou d'un ensemble de tâches.
 - L'atteinte du jalon permet de déclencher le démarrage de la phase ou de l'ensemble de tâches suivantes.
 - Un jalon, contrairement à une tâche, a une durée nulle (voire négligeable) et ne possède pas de ressources affectées.
 - Le jalon n'est atteint que lorsque le résultat est acquis (par exemple : la fourniture d'un dossier, la recette d'un équipement, la mise à disposition d'un moyen de manutention, la fin du projet, etc.) et que les livrables associés ont été fournis.
 - La succession des dates de ces événements constitue le jalonnement du projet et permet de fixer les contraintes principales du planning.
 - Il est aussi utilisé aussi pour rythmer et contrôler l'avancement du projet.
 - Il convient de distinguer :
 - o les jalons « contractuels », utilisés pour matérialiser la fourniture de livrables ;
 - o les jalons « opérationnels », jalons intermédiaires, permettant un meilleur suivi des jalons contractuels.
- **Maître d'œuvre** (Engineer, contractor, project owner, seller) : Personne physique ou morale qui conçoit, dirige la réalisation ou réalise l'objet du projet pour le compte du maître d'ouvrage, et qui assure la responsabilité globale des performances techniques, des délais et des coûts (FD X 50-115).
- **Maître d'ouvrage** (Product owner, owner, client, buyer, contracting part) : Personne physique ou morale pour le compte de qui l'objet du projet est réalisé (FD X 50-115).
 - Le maître d'ouvrage fixe les objectifs du projet en termes de coûts, délais et performances.
 - Le maître d'ouvrage est le client.
 - L'accord entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre doit être de préférence matérialisé par un contrat et/ou un cahier des charges.
- **Maquette** (*Mock-up, model*) : Représentation plus ou moins simplifiée d'un ouvrage ou d'un produit, le plus souvent à échelle réduite, afin d'en donner une image tridimensionnelle (par exemple, pour évaluer son encombrement).

- En règle générale, la maquette ne peut pas reproduire le fonctionnement (à la différence du pilote ou du prototype). Dans certains domaines, elle peut servir à le simuler partiellement.
- Dans ce sens, le terme de maquette est à préférer à celui de modèle, dont l'acceptation actuelle s'est différenciée.
- **Méthode PERT** (Program of evaluation and review technique method (PERT)) : Méthode de planification faisant partie des méthodes dites « potentiel-étapes », qui permet de visualiser la séquence dans laquelle les tâches d'un projet doivent être réalisées.
 - Elle a été créée en 1957 par la Missiles Systems Division de Lockheed Aircraft Company et le cabinet de consultants Booz, Allen et Hamilton pour contrôler l'avancement du projet d'étude et de fabrication des fusées POLARIS de l'US Navy.
 - Elle s'attache essentiellement à mettre graphiquement en évidence les liaisons qui existent entre les tâches. Elle n'utilise que des liaisons de type fin-début, exprimées implicitement dans des étapes, et représentées graphiquement par un diagramme fléché.
 - Chaque tâche est représentée par une flèche dont la longueur n'a pas de signification. Cette flèche indique le sens de déroulement du travail dans le temps. Chaque tâche a un début et une fin matérialisés par une étape à chaque extrémité de la flèche. Les flèches sont assemblées de manière à montrer les relations d'ordre entre les tâches (la fin de l'une est égale au début de l'autre).
 - Voir aussi réseau PERT.
- **Modèle** (Mock-up) : Représentation (mathématique, informatique, etc.) d'un objet, d'un système, d'un processus ou d'une structure établie pour aider à l'analyse d'une opération ou d'un ensemble d'opérations (simulation, réglage, etc.).
 - On peut faire cette représentation sous forme graphique.
 - Une même réalité peut être modélisée de différentes façons.
- **Modélisation** (Modelisation) : Opération qui consiste, pour les besoins de l'étude, à déterminer des relations formelles représentant le mieux possible son traitement intrants/extrants.
 - Le plus souvent, ces relations sont de nature logique ou mathématique, et peuvent servir à des simulations.
 - Le résultat en est un modèle.
- **Ouvrage** (Works) :
 - Produit du projet.
 - Dans le domaine de l'ingénierie, ensemble de constructions et de matériels de toute nature.
 - Par extension, produit intellectuel (progiciel, travail de recherche et développement, etc.).
 - L'ouvrage a un rôle fonctionnel, spécifique d'un besoin (usine, habitation, barrage, système, etc.).
- **Processus** (Process) : Ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des intrants en extrants (ISO 10006).
 - Les éléments d'entrée d'un processus sont généralement les éléments de sortie d'un ou de plusieurs processus.
 - Les processus d'un organisme sont généralement planifiés et mis en œuvre dans des conditions maîtrisées afin d'apporter une valeur.
 - Un projet est considéré comme un ensemble de processus interdépendants.
 - Les processus de projet sont les processus nécessaires au management du projet, ainsi que les processus nécessaires à la réalisation du produit du projet.
- **Projet** (Project) Processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant les contraintes de délais, de coûts et de ressources (ISO 10006).
 - Les principales caractéristiques d'un projet sont les suivantes :
 - satisfaction d'une demande ou d'un besoin exprimé ou potentiel ;
 - fixation d'objectifs spécifiques (en termes de délais, coûts, performances ou autres contraintes), précis et cohérents ; période de temps limitée (un début et une fin clairement identifiés), marquée par l'atteinte des objectifs visés ;

- caractère d'unicité (même si un grand nombre de ses composants sont identiques) et non-répétitivité ;
 - novation plus ou moins partielle, nécessitant un travail d'analyse spécifique et apportant des réponses nouvelles ;
 - mobilisation de ressources, de moyens et de compétences multiples et hétérogènes sur une période plus ou moins longue ;
 - mise en place de structures organisationnelles spécifiques et temporaires, le plus souvent évolutives.
- En fonction des besoins, les projets peuvent être classés selon :
- **l'activité économique** : projets agricoles ou forestiers, projets industriels, projets de construction, projets d'urbanisme ou d'aménagement d'infrastructure (portuaires, autoroutiers, électrification, irrigation, ferroviaires, assainissement, etc.), projets de développement socio-économique (développement local, tourisme, etc.), projets culturels ou événementiels (spectacle, manifestation sportive, etc.) ;
 - **le cycle de vie d'un produit** : projets de conception, projets de développement ou lancement de produits nouveaux, projets de réalisation, etc. ;
 - le domaine d'application : projets de recherche et développement, projets logistiques, projets de maintenance, projets informatiques, projets énergétiques, projets environnementaux, projets organisationnels, etc. ;
 - **la destination** : projets internes, projets externes ;
 - la taille : grands projets, petits projets (en fonction du secteur d'activités) ;
 - **le maître d'ouvrage** : projets privés, projets publics ;
 - la nature : projets techniques ou technologiques, projets administratifs, projets commerciaux, projets financiers, etc. ;
 - la complexité : projets simples, projets complexes, etc.
 - la localisation : projets nationaux, projets multinationaux.
- La préparation et la réalisation d'un projet nécessitent de bien prendre en compte les risques associés.
 - Le produit du projet (voir NF EN ISO 9000) est généralement défini dans le **contenu du projet**. Il peut s'agir d'une ou de plusieurs unités de produit, matériel ou non.
 - L'organisation du projet est normalement temporaire et n'est mise en place que pour la durée de vie du projet.
 - La complexité des interactions entre les activités du projet n'est pas nécessairement liée à la taille du projet.
 - Le terme « projet » peut être utilisé pour désigner la totalité du **phasage** (depuis l'idée de projet jusqu'à sa terminaison) ou pour désigner uniquement la phase de réalisation du projet, la phase préalable étant alors qualifiée d'**avant-projet**
- **Responsable de projet**-(Project manager, Project leader, Project director, Project engineer) : Personne responsable du management du projet et qui assure la fonction de direction de projet ou la fonction gestion de projet. Selon les organismes, le type ou la taille du projet, le titre de ce responsable peut être : « directeur de projet », « chef de projet », « ingénieur de projet », « manager de projet », etc.
 - **Responsable du projet** (Project manager) : Responsable désigné par la direction de l'organisme (client ou réalisateur) pour diriger, organiser, planifier et mener à bien gérer le projet – ou la partie de projet – dont cet organisme est chargé, en tenant compte des contraintes qui lui sont imposées (FD X 50-118 et FD X 50-138).
 - Le responsable du projet de l'organisme client (commanditaire, maître d'ouvrage ou sponsor) est la personne physique ou morale pour le compte de qui l'objet est réalisé.
 - Le responsable du projet de l'organisme réalisateur (chef de projet ou maître d'œuvre) est la personne physique ou morale qui conçoit l'objet du projet, avec une équipe affectée, et qui en dirige la réalisation pour le compte du responsable du projet de l'organisme client.
 - **Revue de projet** (Project review) : Examen systématique et critique entrepris pour vérifier la pertinence, l'adéquation et l'efficacité des résultats des activités du projet par rapport ses objectifs (FD X 50-118).

- Les revues de projet sont tenues à différentes fréquences et à différents niveaux.
- Cette revue a pour but d'aider le **responsable du projet** et les principaux intervenants (internes et/ou externes au projet) à :
 - o statuer sur la validité des éléments techniques par rapport aux prévisions et exigences contractuelles ;
 - o permettre d'engager des actions correctives ou préventives, en cas de dérives ou d'insuffisances ;
 - o matérialiser le passage à l'**étape** suivante ;
 - o décider de franchir le **jalon** correspondant.

ACRONYMES : DICTIONNAIRE DE MANAGEMENT DE PROJET AFITEP

- **ERP** : Enterprise Resource Planning, progiciel de gestion intégrée des ressources
- **SCM** : Supply Chain Management, gestion de la chaîne logistique

ADAPTATIONS AU DOMAINE DE LA CONSTRUCTION DANS LE DICTIONNAIRE DE MANAGEMENT DE PROJET « AFITEP »

- **Architecte** : Dans son acception classique, l'architecte est le concepteur d'un « bâtiment » qui a pour mission d'organiser l'agencement de ses espaces et de ses volumes, et d'en conduire la réalisation. Professionnel de haut niveau d'étude, il doit avoir des connaissances très larges, il s'appuie sur des spécialistes pour spécifier les détails de la réalisation.
- **Architecte système** : L'usage de la MN implique un cadre de conception et d'utilisation (méthode) imposé à tous, fruit de la phase d'initialisation du projet :
 - Ce cadre structurant introduit en particulier un glossaire (concepts et nommage) et le méta-modèle du système cible, le squelette sur lequel chaque discipline vient rattacher ses propres dimensions et objets.
 - Ce cadre, transverse à l'ensemble des spécialités et acteurs du projet (visions opérationnelles, fonctionnelles et organiques), est porté par une mission qualifiée d'Architecte Système.
 - La mission d'Architecte Système porte principalement sur l'élaboration et l'adaptation de la vision globale de l'ouvrage, découlant de la cible fonctionnelle et opérationnelle et intégrant l'ensemble des dimensions et spécialités, leurs interactions et exigences.
 - L'Architecte Système est le garant de la réponse organique, fonctionnelle et opérationnelle de l'ouvrage conçu. Il a pour interlocuteurs le(s) architecte(s) système de chacun des acteurs, de la conception à l'exploitation cible, en passant par la construction.
 - Le succès de cette mission repose en grande partie sur la capacité à fédérer et à imposer. La responsabilité de cette mission revient donc naturellement au maître d'ouvrage ou à son AMOA.
 - Le cadre structurant ainsi défini, intégrant l'ensemble des exigences fonctionnelles et techniques validées par l'Architecte Système, est traduit opérationnellement dans la Maquette Numérique sous la responsabilité du BIM manager.
- **Maître d'œuvre** au sens du CCAG travaux 2009: Personne physique ou morale, publique ou privée, qui en raison de sa compétence technique est chargée par le maître de l'ouvrage ou son mandataire d'assurer la conformité architecturale, technique et économique de la réalisation du projet (...)
- **Maître d'ouvrage** (Product owner, owner, client, buyer, contracting part): Personne physique ou morale pour le compte de qui l'objet du projet est réalisé.
 - Le maître d'ouvrage est l'agrégateur des besoins
 - Le maître d'ouvrage fixe les objectifs du projet en termes de coûts, délais, besoins et performances.
 - Le maître d'ouvrage est le client.

AJOUT DANS LES ACRONYMES PROPOSÉS PAR LE DICTIONNAIRE DE MANAGEMENT DE PROJET « AFITEP » DE :

- **BIM** : L'acronyme BIM a plusieurs sens. **Building Information Model** correspond au modèle de données décrivant un projet de construction; **Building Information Modelling** décrit le processus de création, de collecte et d'utilisation de ces données ; enfin **Building Information Management** met l'accent sur l'organisation de projet nécessaire à la mise en œuvre du processus.
- **BREP** : Boundary Representations, fait référence à une représentation des volumes en définissant leurs surfaces limites comme une collection d'éléments de surfaces. Elle s'oppose à la représentation CSG « Constructive solid geometry » qui procède par la combinaison de volumes « primitifs » tels que des prismes, des cylindres, des cônes, des cubes etc.
- **MMS** : Maintenance Management System
- **PLM** : Le **Product Lifecycle Management** (PLM, littéralement « gestion du cycle de vie des produits ») désigne un cadre organisationnel et un ensemble de concepts, méthodes et outils logiciels dont le but est de créer et de maintenir les produits industriels tout au long de leur cycle de vie, depuis l'établissement du cahier des charges du produit et des services associés jusqu'à la fin de vie, en passant par le maintien en conditions opérationnelles.

6.4. Annexe 4 – Normes et Recommandations de l'Industrie

Note	Le lecteur est renvoyé aux documents complets. Nous ne présentons que certains éléments ciblés.
Recommandations relatives au management d'un projet Logique de déroulement du programme	<p>[RG.Aéro 000 40] - Recommandation générale - spécification de management de programme – 1999.</p> <p>▼ Objet</p> <p>Pour atteindre les objectifs du programme, les tâches effectuées par les acteurs, quelles que soient leurs responsabilités dans le programme, doivent être synchronisées.</p> <p>La logique de déroulement vise à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtenir le meilleur compromis entre les ressources accessibles au programme et les résultats attendus en termes d'objectifs du programme (performances, coûts, délais, enjeux). • Donner confiance au client et au fournisseur, à tous les niveaux, en prévoyant les liens logiques entre les activités, en positionnant les points de décisions ainsi que les éventuelles solutions de repli. <p>La logique de déroulement régit l'enchaînement de l'ensemble des tâches du programme en tenant compte des exigences issues de l'ensemble des stratégies d'acquisition et des plans de déroulement déclinés dans le réseau client/fournisseur.</p> <p>La cohérence de la logique de déroulement est assurée par la déclinaison des stratégies d'acquisition à tous les niveaux de la hiérarchie contractuelle.</p> <p>La consolidation de la logique de déroulement est obtenue par l'intégration des différents plans de déroulement, en particulier par le re-bouclage des calendriers.</p> <p>▼ Revue</p> <p>Le client et le fournisseur s'accordent contractuellement sur les revues à mener</p>

Gestion de la configuration

dans le cadre du programme, en particulier dans le cas des jalons.

Chaque revue est un examen critique effectué par une équipe si possible non impliquée directement dans les activités faisant l'objet de la revue et a pour but d'aider à :

- Statuer sur la validité des résultats par rapport aux prévisions et exigences contractuelles.
- Permettre d'engager des actions correctives et/ou préventives en cas de dérives ou d'insuffisances.
- Matérialiser le passage à l'étape suivante et décider de franchir le jalon correspondant le cas échéant.

Le client et le fournisseur s'accordent sur l'organisation des revues et la documentation à présenter.

Dans un programme, l'obtention progressive de la définition, la maîtrise de la production et de l'utilisation, le nombre des acteurs, le volume des informations à traiter, les évolutions et faits techniques rendent nécessaires tout au long du cycle de vie du produit :

- la mise en œuvre de règles et procédures pour l'acquisition et la maîtrise des données techniques,
- l'organisation des échanges d'informations relatives à la configuration,
- la prise en compte, lors des évolutions et faits techniques, des répercussions sur le produit, sur ses constituants et sur les données techniques associées.

La gestion de la configuration est l'activité qui permet de satisfaire l'ensemble de ces aspects. Elle doit être adaptée aux spécificités de chaque programme.

À cette fin, la spécification de management fixe les exigences explicitées dans ce paragraphe et concernant :

- les attributions des autorités de gestion de la configuration et les modalités de la délégation vers les entités subordonnées,
- l'identification de la configuration (produit et interfaces) et en particulier une liste initiale des « articles de configuration désignés par le client »,
- la logique de déroulement du traitement des évolutions, faits techniques et anomalies,
- l'enregistrement et l'accès aux données,
- la fourniture périodique des états de la configuration,
- les « revues de la configuration »,
- le plan de gestion de la configuration.

Le plan de gestion de la configuration décrit l'organisation, les moyens et les méthodes mis en place par les fournisseurs pour satisfaire les objectifs fixés et pour répondre aux exigences exprimées par le client.

Ingénierie système

L'ingénierie système est l'activité d'ingénierie qui permet au client et au fournisseur de coordonner les différents processus techniques (analyse de besoin, conception, etc.) concourant de manière itérative et exhaustive à l'adéquation de la solution au besoin tout au long du cycle de vie du produit ou du système. Cette activité implique la convergence de disciplines techniques différentes (spécialités telles qu'électronique, informatique, mécanique, etc.) liées à des fonctions diverses (marketing, études, production, logistique, essais, etc.).

Les objectifs de l'ingénierie système et sa contribution au management de programme sont :

- convertir un besoin opérationnel en un produit ou système répondant à ce besoin, au moyen d'une démarche organisée, tendant vers une conception intégrée du produit ou du système et des processus associés,

- intégrer et gérer les données techniques d'entrée en provenance de l'ensemble des disciplines techniques mises en œuvre dans le programme dans une activité coordonnée en vue d'atteindre les objectifs de coûts, délais et performances,
- garantir la compatibilité (interne et externe) de toutes les interfaces fonctionnelles et physiques, et la conformité de la conception et de la définition de tous les constituants (matériels, logiciels, infrastructures, personnels et documentation) vis-à-vis des exigences relatives à l'ensemble du système,
- valider les données de sortie et en autoriser l'utilisation.

L'ingénierie système coordonne différents métiers, mais n'intervient pas dans les méthodes de chacun des métiers (disciplines techniques).

L'ingénierie système s'exerce dans un champ de contraintes coûts, délais, performances, politiques, etc., dont la prise en compte relève du management de programme, dans lequel interviennent le client et le fournisseur.

Guide général pour l'organisation, l'utilisation et la mise en œuvre des revues de programmes

La revue dans le management de programme

[RG.Aéro 000 66] Guide général pour l'organisation, l'utilisation et la mise en œuvre des revues de programmes – 2001.

▼ Définition

Revue de programme : Examen critique des résultats obtenus et des activités prévues à un moment prédéterminé dans le déroulement d'un programme, dans le but de disposer des informations qui sont nécessaires pour préparer les décisions liées aux événements-clefs du programme (en particulier ceux associés aux décisions stratégiques).

- Il est recommandé que la revue soit effectuée par une équipe dont une grande partie, voire la totalité des membres, est indépendante des activités dont le résultat est soumis à revue.
- La revue constitue une aide à la décision, mais ne doit pas être confondue avec la prise de décision.

▼ Mode d'investigation

La **revue de programme** ne doit pas être confondue avec les audits, lesquels s'attachent à la comparaison de la réalité d'un système qualité, d'un processus ou d'un produit, à un référentiel.

▼ Champ d'action d'une revue

La **revue** a pour objectifs d'analyser :

- Les éléments acquis du programme par rapport aux objectifs visés.
- Les éléments relatifs à la préparation des phases ou processus suivants.

La **revue** ne doit pas être confondue avec une réunion d'avancement du programme.

La **revue** porte sur tout ou partie des éléments suivants :

- Les aspects techniques, y compris ceux relevant du soutien logistique.
- Les aspects documentaires du management de programme (spécification de management, organisation du programme, plan de management, logique de déroulement et calendrier associé, etc.).
- Les points critiques relatifs au produit ou aux aspects management du programme.

- Les interfaces avec les autres programmes.

Sur demande, d'autres aspects peuvent être analysés tels que les coûts, lorsqu'ils constituent un objectif de résultat (Conception à Coût Objectif, Coût récurrent) ou un élément de choix entre plusieurs solutions.

Il est recommandé d'identifier, voire de définir, le champ d'action de la revue au titre du contrat (notamment dans la spécification de management). Ce champ d'action est repris dans la note d'organisation et précisé en fonction du déroulement du programme et des besoins spécifiques du demandeur.

▾ La revue dans le processus de gestion de configuration

La revue est utilisée dans le processus de gestion de configuration pour l'acquisition des références. Pour chaque article de configuration client, le client l'ayant initialement désigné comme tel est impliqué dans le processus de revue associé à ce produit. Cette possibilité d'intervention d'un acteur externe dans les relations contractuelles doit être précisée dans les exigences de management du programme et répercutée clairement à tous les intervenants et, en particulier, à ceux qui supportent les conséquences financières de la revue.

▾ La revue par rapport au processus contractuel et financier

Le client peut fixer un ordre de grandeur financier en accord avec le fournisseur (par exemple : fourchettes de pourcentage par rapport au budget total en prenant en compte les risques liés au système) pour permettre le calcul du budget consacré au fonctionnement de la revue.

L'impact des revues sur le processus contractuel et financier est détaillé à titre d'information ci-après.

Revues et droit à paiement

Chaque revue contractuelle est positionnée dans la logique de déroulement du programme. Elle est de ce fait assujettie aux aléas de son avancement.

Par ailleurs, chaque revue contractuelle étant associée à un événement clef du programme, elle est généralement corrélée avec un paiement. Il est cependant recommandé de ne pas lier totalement revue et paiement, pour ne pas nuire :

- Au déroulement de la revue (documentation non prête, non-disponibilité des experts, etc.).
- Aux relations clients-fournisseurs (paiements importants liés à la levée d'actions mineures, etc.).

À titre d'exemple, parmi les dispositions possibles, le couplage paiement-revue peut être réalisé de la manière suivante :

- Un paiement déclenché après la fourniture des éléments attendus du dossier de revue.
- D'autres liés aux résultats de la revue et à ses conséquences (pas de réserve bloquante à l'issue de la revue, levée des recommandations bloquantes, etc.).

Impacts financiers induits par les revues

L'impact des revues sur le coût et les délais d'un programme est non négligeable.

Pour mettre en adéquation risques encourus et budgets alloués, il est recommandé de mettre en place des dispositions pour identifier les coûts directs liés au déroulement de la revue.

Parmi ces coûts directs, en plus des frais liés à l'intervention des membres permanents, il convient de prévoir un budget réservé à l'intervention d'éventuels experts (par exemple, fournisseurs d'autres niveaux).

Hormis ces coûts directs, les recommandations peuvent conduire à une remise en cause du besoin, à des demandes d'évolutions (choix de solutions techniques, etc.) ou à des demandes de travaux complémentaires (analyses, essais), qui pourront faire l'objet d'avenants au contrat.

Exigences de management relatives aux revues

Chaque revue contractuelle doit être associée à un événement-clef ; elle est positionnée dans la logique de déroulement du programme définie au titre de la Spécification de Management.

Cette dernière contient des exigences relatives :

- aux caractéristiques de chaque revue :
 - nature,
 - objectifs,
 - dossiers,
 - etc.
- aux modalités d'organisation applicables à l'ensemble des revues, notamment :
 - le mode de désignation des acteurs en présence (président, secrétaire, groupe de revue, comité directeur, etc.),
 - le mode de travail (présentation de l'industriel, émission et traitement des divers formulaires),
 - les modalités de mise à disposition de la documentation (nombre d'exemplaires, délais, lieu de mise à disposition et confidentialité),
 - lorsque cela est nécessaire, les modalités d'accès aux produits, aux moyens de fabrication,
 - les formulaires : Fiches d'Étude de Problème Soulevé (FEPS), fiches de recommandation, fiches d'actions,
 - les modalités de diffusion des comptes rendus,
 - le système de gestion des recommandations et des actions. Celui-ci permet d'éviter les oublis et les redondances, d'assurer le suivi des recommandations de revue en revue et de niveau en niveau, et de n'autoriser leur clôture qu'après vérification.

La réponse à ces exigences est décrite dans le Plan de Management du fournisseur accepté par le client.

Ces éléments sont ajustés par la note d'organisation propre à chaque revue.

6.5. Annexe 5 – Documents de référence

PTNB (Plan de Transition Numérique du Bâtiment) : <http://www.batiment-numerique.fr/>

<http://www.mediaconstruct.fr/>

<http://www.objectif-bim.com/index.php/>

[CGP] Conduite et gestion de projets - I. Chvidchenko et J.-M. Chevallier. Cépaduès Editions - 1997.

[RG.Aéro 000 40] - Recommandation générale - spécification de management de programme – 1999 :

[RG.Aéro 000 66] Guide général pour l'organisation, l'utilisation et la mise en œuvre des revues de programmes – 2001 :

[FD X 50-118] – Recommandations pour le management d'un projet - AFNOR 2005 :

[AFITEP]. Dictionnaire de management de projet - Association Francophone de Management de Projet - AFNOR Éditions – 2010

[FGP] Les fondamentaux de la gestion de projet – Roger Aim - AFNOR Éditions - 2011

ESA's website http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/CDF

Quelques liens sur les initiatives européennes :

UK: <http://www.bimtaskgroup.org/>

NL: <https://www.rijkswaterstaat.nl/English/highways/v-con/pilot-projects/index.aspx>

DK : <http://www.bygst.dk/english/knowledge/digital-construction/>

FI : https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.buildingsmart.kotisivukone.com/COBIM2012/cobim_11_project_management_v1.pdf

Travail de Master de Marzia Bolpagni :

http://www.buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2014_vtt_sf_marzia_bolpagni_bim-procurement.pdf

Une annonce de presse de 2013 :

<http://geospatial.blogs.com/geospatial/2013/07/widespread-adoption-of-bim-by-national-governments.html>

<https://www.gov.uk/government/publications/procurement-trial-case-study-cookham-wood-prison>.

<https://www.gov.uk/government/collections/government-construction#procurement-trial-case-studies>

<http://www.egfbtp.com/egf-btp-activites/communications-degf-btp> « intégrer le processus BIM dans un marché public global »

Programme IPAT de Netlipse

<http://netlipse.eu/netlipse-news-archive/2010/11/ipat-brochure-availabe-online#.VhwgoSv7fUh>

<http://netlipse.eu/media/21332/ipat%20brochure.pdf>

6.6. Annexe 6 – Carte mentale « revue de projet »

[UC4 5-6-7 Carte mentale revue de projet numérique V9 4.pdf](#)