



Gilles Theriault

Les contrats dans la construction et la gestion des actifs immobiliers

ÉDITION TERRES ET EAUX

Publié à Montréal, en version PDF et en version ePub, le 25 juin 2024, sous le titre :

Les contrats dans la construction et la gestion des actifs immobiliers¹

DE LA COLLABORATION EN RÉALISATION DE PROJET INTÉGRÉE ET L'UTILISATION DU Jumeau Numérique DURANT L'EXPLOITATION

Rédaction : Gilles Thériault

ISBN :

978-2- 925146-20-9 (imprimé)

978-2- 925146-21-6 (PDF)

978-2- 925146-22-3 (ePUB)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2e trimestre 2024

Edition Terres et Eaux – 2024²

Lien à l'Apple book store :

<http://books.apple.com/us/book/id650486688>

¹ Mise à jour 5 août : fusion chapitre 7,8 et ajout chapitre 8 sur l'architecture d'entreprise. MàJ 25 août ajout annexe 1é

² Photo page couverture : exemple symbolique de la collaboration, le cheval est le projet. Gilles Thériault décembre 2023,

Préface	7
Partie 1 — Le domaine de recherche : Le manque d’efficacité causé par la décentralisation de la gestion des actifs en construction	10
1 - Le cadre de référence : quel sont les impacts de l’emploi de la modélisation numérique sur la réalisation de projet de construction	11
2 - Description des acteurs de l’écosystème en construction résidentielle et non résidentielle	20
3 - La méthodologie de réalisation de projet intégrée de la Société Québécoise des Infrastructures	27
Partie 2 - Les aspects techniques et industriels, de la modélisation et la conception des actifs immobiliers	31
4 - La collaboration entre la conception, la construction avec la méthodologie BIM, ISO-19650 / ISO-9001	32
5 - L’industrie de la construction et la numérisation dans la préfabrication des modules à assembler	41
6 - Description de la technologie utilisée dans la modélisation des données du bâtiment (BIM)	45
Partie 3 — Le contrat en construction, l’accord de non divulgation, l’architecture d’entreprise et la cartographie du patrimoine d’actifs immobiliers	52
7 - Le CDCC et les contrats dans le domaine de la construction au Canada et au Québec	53

8 - L'architecture d'entreprise avec de multiples secteurs industriels et de nombreux sites d'actifs immobiliers	63
9 - La cartographie du patrimoine, besoins de coordination de la qualité des données, la conformité et la taxonomie des couples d'actifs physique-numérique	70
10 - La gestion du risque du portefeuille immobilier et coordination de la conformité règlementaire	77
Partie 4 — L'utilisation du jumeau numérique dans l'exploitation des actifs d'un portefeuille immobilier	84
11 - Construire, exploiter ou entretenir les actifs d'un portefeuille avec l'aide des jumeaux numériques	85
12 - Le transfert (Import/export) d'un jumeau numérique de la plateforme BIM vers la plateforme de gestion des actifs avec un EDC	89
13 - L'utilisation du jumeau numérique pour l'exploitation ou l'entretien avec l'aide d'un gestionnaire de portefeuille d'actifs immobiliers	94
14 - MAXIMO - APPLICATION - SUITE (MAS) : La plateforme technologique conçue pour la gestion d'un portefeuille d'actifs immobiliers	103
Partie 5 — La gestion du cycle de vie des actifs du portefeuille et le besoin de communication au sujet des actifs immobiliers	107

15 - MAXIMO - TRIRIGA : la gestion des opérations et de l'entretien des actifs	108
16 -MAXIMO - ENVIZI - HSE : La gestion du développement durable et des émissions de carbone avec le cycle de vie des actifs sous gestion	110
17 - MAXIMO - TrainDNA : l'utilisation du jumeau numérique dans la réduction de la consommation d'énergie	114
18 - MAXIMO - MVI : inspection visuelle des actifs sous gestion à l'aide de l'IA et de l'application mobile	117
19 - MAXIMO - IA : L'Intelligence d'affaire (BI) et l'utilisation des jumeaux numériques opérationnels dans la production des bilans carbone	119
20 - MAXIMO - APM : La gestion de la performance (APM) avec l'Intelligence Artificielle, la maintenance prédictive et la mesure de l'état de détérioration	123
Conclusion	126
Annexe 1 : Exemple d'architecture d'entreprise dans la gestion des actifs immobiliers dans le domaine du traitement des eaux	130
Glossaire et sigles	133
Webographie	138
À propos de l'auteur	139

ROME NE S'EST PAS CONSTRuite EN UN JOUR.



Photo G. Thériault, décembre 2023, Volubilis au Maroc

Préface

Le gouvernement du Québec avec le projet IQC 4.0 et le tout récent projet de loi 62 visent essentiellement à régler la problématique du manque d'efficacité de l'industrie de la construction et à augmenter la productivité des secteurs économiques résidentiels ou non résidentiels.

Pour ce faire, dans le cadre de la réalisation des nouveaux projets de construction, le gouvernement préconise un changement du modèle d'affaires actuel qui utilise le modèle PPP et d'adopter un nouveau modèle de partenariat, la réalisation de projet intégrée (RPI) lorsque cela est possible.

La gestion gouvernementale du patrimoine bâti est réalisée dans le domaine résidentiel du logement avec le partenaire immobilier la SHQ et d'autres. La gestion du patrimoine du secteur non-résidentiel tant qu'à elle est réalisée avec le partenaire en gestion d'actifs, la société québécoise d'infrastructures, la SQI et d'autres sociétés.

L'approche de réalisation de projet qui est proposée par le gouvernement permettra d'être plus productif dans les projets de construction. Un moyen d'y parvenir, c'est d'utiliser la préfabrication de composants/modules, ce qui implique l'utilisation d'une méthodologie numérique de construction/fabrication.

Cette nouvelle façon de faire, l'utilisation d'une **plateforme technologique qui utilise la méthodologie de modélisation des données du bâtiment (MDB\BIM)** aura un impact important sur la gestion d'un portefeuille d'un millier d'actifs immobiliers. Comme on peut le constater dans les organisations qui gèrent un portefeuille d'actifs, cette évolution technologique se répercutera à l'ensemble des opérations.

Parmi les changements apportés par l'utilisation des données numériques produites durant les phases de conception/construction et d'exploitation en mode collaboratif, la propriété intellectuelle des plans d'architectes, plans d'ingénieurs ou d'entrepreneurs spécialisés est fédérée grâce à l'utilisation d'un

progieciel coordonné par le maître d'œuvre dans une maquette numérique (le jumeau numérique). La collaboration permet aux autres partenaires du projet d'ajouter au projet, des éléments d'information dans la phase de conception/construction qui correspondent à leur champ d'expertise.

Le domaine de la rédaction des contrats dans le secteur de la construction est complexe comme vous pourrez le constater au chapitre 7 et 8. Le processus de conception/construction/exploitation, permet la réalisation du projet qui soit intégrée (RPI) et une entente d'utilisation du jumeau numérique sera inclus dans le contrat de construction. Lorsque c'est requis, cette entente servira pour gérer le transfert ou l'utilisation du jumeau numérique entre le maître d'œuvre et l'exploitant.

Le jumeau numérique qui est mis en place avec l'utilisation de la méthodologie BIM et avec les normes ISO 19650 est actuellement largement adopté dans le domaine immobilier. **Il est aussi question dans une organisation, d'adopter une taxonomie de couplage entre l'actif physique et l'actif virtuel afin de permettre une gestion efficace d'un actif tel que construit.**

Les esquisses et les plans de construction les plus standards sont maintenant inclus dans la maquette numérique qui, au fil de son développement, deviendra un jumeau numérique. Ce jumeau possèdera alors de l'information de différents niveaux (6) de détail (LOD). Cela correspond à la granularité de l'information que le donneur d'ordre désire recevoir du maître d'œuvre pendant toutes les phases de la construction d'un actif, jusqu'à sa livraison.

Une fois la construction d'un actif terminé, il faudra bien l'exploiter dans une plateforme de gestion des actifs immobiliers. Pour une question d'uniformité des processus de travail, l'utilisation d'une plateforme de gestion des actifs immobiliers dans un ensemble intégré dans un portefeuille s'avère indispensable.

Comme vous le verrez dans les chapitres 14 à 20, **MAXIMO Manage est une plateforme technologique conçue pour la gestion d'un portefeuille d'actifs immobiliers** dotée de plusieurs fonctionnalités. Parmi celles-ci, il y a ;

1. l'équivalent d'un système de gestion électronique de document (GED),
2. la cartographie du patrimoine du portefeuille d'actifs,

3. la description des actifs avec sa taxonomie,
4. la présence de jumeau numérique en couple avec un actif construit,
5. la présence de données opérationnelles d'actifs sous gestion,
6. l'utilisation d'un jumeau numérique pour l'exploitation de l'actif,
7. l'exploitation d'un actif sans présence d'un jumeau numérique,
8. la présence d'une suite applicative avec une fonction de gestion des actifs,
9. une fonction pour la gestion des opérations et de l'entretien,
10. une fonction pour la gestion du développement durable et le calcul des émissions de carbone,
11. production des rapports de conformité réglementaire ou ESG,
12. une fonction qui permet la gestion du cycle de vie de l'actif,
13. une fonction au sujet de l'entretien prédictif et la mesure de l'état de détérioration des actifs,
14. la gestion de l'indice d'états des installations (IEI),
15. une fonction d'inspection visuelle avec une application mobile,
16. la gestion des requêtes de travail et d'un centre de travail,
17. les notions d'entretien régulier, d'urgence et préventif
18. les notions de performance des actifs (KPI),
19. les niveaux d'interventions basées sur l'état d'un immeuble,
20. une fonction de planification et de l'utilisation de l'espace, etc.

En conclusion,

Avec l'utilisation d'un gestionnaire de portefeuille immobilier, le domaine de la construction pourrait être touché de quatre façons :

1. La conception d'actifs, de modules avec l'aide de la robotique et de la fabrication en usine en vue d'un assemblage sur le site.
2. La création d'un jumeau numérique qui sera livré en même temps que les modules à assembler sur le site à construire.
3. Le jumeau numérique (Digital Twin) qui pourra être utilisé, dans un système de gestion des actifs, par l'exploitant pour y entreposer les données opérationnelles.
4. L'exploitation des données du gestionnaire du portefeuille d'actifs immobiliers avec des outils d'intelligence d'affaires (BI).

Pour régler le manque d'efficacité dans la gestion des actifs immobiliers, il est possible de développer une gestion intégrée des actifs physiques ou numériques avec l'utilisation d'un contrat qui couvrira la gestion du cycle de vie des actifs d'un portefeuille corporatif, d'actifs immobiliers bien entendu.

Voyons cela ensemble maintenant.

Partie 1 — Le domaine de recherche : Le manque d'efficience causé par la décentralisation de la gestion des actifs en construction

Dans le présent essai, nous allons discuter de la construction d'actifs dans les secteurs résidentiels et non résidentiels. Le secteur non résidentiel utilise davantage la méthodologie de modélisation des données du bâtiment (MDB/BIM), que ce qui est accompli par le secteur résidentiel. C'est une question de taille et de maturité des organisations quant à l'utilisation des technologies numériques dans la construction.

Il y a, au chapitre 2, un vidéo du groupe chinois Broad.group³, une entreprise qui réalise la construction d'un édifice de dix étages qui a été préfabriqué en usine et assemblé très rapidement sur le site à construire.

Nous avons récemment obtenu une confirmation des orientations du gouvernement du Québec au sujet de l'initiative Québec construction 4.0 (IQC4.0). Ce sera la montée en volume d'éléments ou de modules à construire qui fera en sorte que les nouvelles approches de réalisation de projet intégré prendront place dans l'écosystème de la construction au Québec. Au contrat type en construction qui est en usage au Canada et au Québec, il sera nécessaire d'inclure le transfert du jumeau numérique à l'exploitant de l'actif livré tel que construit.

Le gestionnaire de portefeuille ajoutera ce nouvel actif à son portefeuille d'actifs. Il en assurera alors son exploitation et son maintien. Le fait d'avoir un portefeuille d'actifs de nature varié et possiblement géré par plus d'un opérateur, pose son lot de défis du point de vue planification des ressources financières ou humaines ou matérielles. Les réunir dans un ensemble de traitement uniforme prend alors tout son sens avec une approche de gestion du portefeuille d'actifs immobiliers.

³ <http://en.broad.com/>

1 - LE CADRE DE RÉFÉRENCE : QUEL SONT LES IMPACTS DE L'EMPLOI DE LA MODÉLISATION NUMÉRIQUE SUR LA RÉALISATION DE PROJET DE CONSTRUCTION

La préfabrication en usine est associée à la méthode de construction industrielle. De plus en plus, cette méthode implique la numérisation de l'ensemble des plans et devis produits par les différents corps de métiers de la construction.

Cette approche permet de faire des plans d'infrastructures ou d'ensembles de logements qui pourront être réutilisés dans d'autres projets par la suite.

Ces plans numériques nommés maquettes numériques sont les jumeaux d'actifs physique de grande valeur dont on désirera protéger la propriété intellectuelle en vue de leur exploitation. Il y a aussi cette possibilité qu'il faudra prendre en compte dans le contrat si l'on désire les réutiliser auprès de l'écosystème des développeurs de logement ou de bâtiments institutionnels.

Déjà en 2018, l'Association des constructeurs du Québec (ACQ) a publié un article sur l'état de la situation de la préfabrication au Québec.⁴

Selon l'ACQ, les avantages de la préfabrication sont :

- Qualité accrue de la construction,
- Réduction des échéanciers,
- Diminution des résidus,
- Moins besoin de main-d'œuvre qualifiée sur les chantiers (alors qu'elle se fait plus rare),
- Meilleure santé et sécurité du travail,
- Réduction des coûts de construction,
- Réduction de l'empreinte environnementale.

⁴ <https://www.acqconstruire.com/actualites/1855-dossier-prefabrication-passer-de-artisanal-a-industriel>

1.1 Les niveaux d'industrialisation en construction

Les auteurs de l'article de l'ACQ décrivent bien les 5 niveaux d'industrialisation que je reprends ici intégralement :

1. **La préfabrication** : fabriquer en usine des systèmes, des composants et même des bâtiments au complet. Le constructeur utilise les mêmes techniques qu'au chantier, mais dans un univers protégé, à l'abri des variations du climat.
2. **La mécanisation** : le fabricant intègre des ponts roulants, des outils motorisés ou informatisés qui facilitent le travail de l'ouvrier.
3. **L'automatisation** : des mécanismes sont utilisés pour remplacer l'ouvrier. Chaque poste de travail exécute une tâche de façon répétitive à l'exemple des chaînes de montage dans l'industrie automobile.
4. **La robotique** : elle permet d'avoir un outil qui fait des tâches très diversifiées. « Le robot n'est pas là pour remplacer les opérations artisanales. Il est là pour simplifier et accélérer la production et garantir une meilleure qualité », explique Roger Bruno Richard, professeur titulaire à l'École d'architecture de l'Université de Montréal.
5. **La reproduction** : la mise au point de systèmes qui seront utilisés à répétition dans la construction de bâtiments de même type.

1.2 la transition numérique dans le secteur résidentiel

Il est possible d'amorcer une transition de l'écosystème qui permettra une montée en volume graduelle des unités multilogements pour réduire la crise du logement actuelle.

Le signal du départ : l'appel à projets 2024 de la Société d'habitation du Québec Un article du 29 janvier de Maxime Bergeron⁵ journaliste à la Presse+, traite du sujet de la préfabrication en usine d'unité de logement. Il confirme le virage qu'a décidé d'entreprendre la société d'habitation du Québec

⁵ https://www.lapresse.ca/actualites/chroniques/2024-01-29/crise-du-logement/quebec-misera-tres-gros-sur-le-prefab.php?utm_campaign=internal+share&utm_content=email&utm_medium=referral&utm_source=lp&redirectedFrom=https%3A%2F%2Fplus.lapresse.ca%2Fscreens%2F4ad89c9-071c-4a94-a2fd-358c02f53927_7C_0.html%3Futm_campaign%3Dinternal%2520share%26utm_content%3Demail%26utm_medium%3Dreferral%26utm_source%3Dlp

(SHQ) en 2024. Il est mentionné que la SHQ lancera un appel à projets en vue de construire 500 logements modulaires en usine.

Le président de la SHQ Claude Foster veut voir combien de temps sera gagné par rapport à la réalisation traditionnelle. Un appel à proposition sera lancé d'ici l'été. Le président estime les gains en temps d'utiliser cette méthode à 30 %. Il évalue aussi dans un chantier la réduction des coûts à 50 % par rapport à un chantier traditionnel.

Il est question, dans l'article de Maxime Bergeron, de maquettes numériques, maquettes qui seront utilisées par les fabricants. Il y aurait 10 usines prêtes à faire de la préfabrication au Québec. L'idée centrale est d'arriver à une forme de standardisation au sein de l'industrie québécoise. « L'objectif est de créer des immeubles adaptés en fonction des quartiers et des villes, et non pas tous identiques, à la sauce soviétique. »

Le PDG n'a pas oublié le volet efficacité énergétique et la qualité architecturale. Il se demande s'il y aura des consortiums qui pourraient rafler la mise pour les 500 unités. Le budget de ce projet provient de l'entente fédérale provinciale de l'automne 2023 d'une somme de 900 M\$.

Dans l'essai sur **le projet de mise en place d'une grappe industrielle en construction résidentielle à la CMM**, j'ai consacré un chapitre (11) afin de décrire le projet des donneurs d'ouvrages en vue de faire la transition de la méthode de construction traditionnelle vers la préfabrication industrielle.

Le prérequis pour quelle puisse réaliser les gains associés à cette transformation se situe au niveau du partage des maquettes ou des plans d'édifices multilogements et autres informations pertinentes.

La construction traditionnelle en principe n'utilise pas la modélisation numérique des données du bâtiment « BIM ». Une image JPEG ou un plan en 2D avec une intelligence d'affaire limitée ne peuvent pas être utilisés dans un projet de construction en préfabrication industrielle.

1.3 la transition numérique du secteur non résidentiel : l'Initiative Québec construction 4.0⁶

Pourquoi parler de cette initiative ? Pour une raison assez simple, c'est la volonté du gouvernement du Québec d'augmenter la productivité du secteur de la construction au Québec.

Comme le Québec est un donneur important d'ouvrage d'infrastructures, ce dernier a donc décidé de suivre le mouvement européen d'utiliser la méthodologie de modélisation des informations « données » du bâtiment le MDB ou BIM en anglais. Cette méthodologie a pris naissance au début des années 1960, mais a pris son essor, il y a une quinzaine d'années.

Cette méthodologie apporte trois grands avantages⁷ :

- 1- le développement et la simulation d'un projet de construction,
- 2- la visualisation et la coopération, des corps de métier,
- 3- la détection des collisions (erreurs de design).

1.4 La capacité de production en préfabrication résidentielle du marché situé au Québec

Il existe l'entreprise, Groupe Québec Habitation qui a réalisé une étude en mai 2022, sur la caractérisation de la construction industrialisée préfabriquée en bois au Québec.

Cette initiative de recherche sur la construction industrialisée (ICI) a été lancée à l'été 2018 avec la mission de favoriser l'utilisation de la préfabrication dans le secteur de la construction et plus spécifiquement dans les bâtiments Multi-logements avec une ossature en bois.

Après la publication de cette étude, les auteurs ont recensé trois types segments industriels qui sont caractérisés en type de composants qui sont produits au Québec. Le prochain tableau vous fournit une explication.

⁶ <https://www.constructionnumerique.ca/#:~:text=L'L'Initiative Québécoise pour la construction 4.0>

⁷ <https://revizto.com/fr/quest-ce-que-le-bim-dans-la-gestion-de-la-construction/>

Tableau 1 : Segments de marché de la préfabrication en bois

Segments manufacturier	Description de composants	Entreprises/ employés
1-Composants structuraux	ferme de toit, poutrelle ajourées et murs préfabriqués),	50 usines 2800 employés
2-Bâtiments usinés	maisons usinés, modules commerciaux et modules résidentiels,	25 usines 1800 employés
3-Bois massif	Glulam : bois lamellé-collé, bois lamellé croisé : CLT, NLT et DLT	2 usines

En terme de valeur ajoutée de cette méthode de fabrication, il est mentionné que :

« La croissance de la construction d'unités multifamiliales, au détriment des constructions unifamiliales, pousse également le secteur vers la préfabrication. En effet, l'utilisation de composants préfabriqués est largement utilisée dans la construction multifamiliale. Ce segment de marché est celui qui présente le plus grand potentiel pour la préfabrication par rapport à la demande, la valeur, la répétabilité, les dimensions des unités préfabriquées et la complexité. »

« Le manque de main-d'œuvre est un frein au développement de l'industrie de la préfabrication puisqu'il accentue les délais chez les fabricants de composants. Auparavant, les délais de livraison pouvaient être de six à huit semaines. Ils sont désormais de plusieurs mois.

Le virage numérique est une solution qui permet de pallier la pénurie de main-d'œuvre en plus d'améliorer la flexibilité et la productivité des entreprises. Le virage numérique comprend la numérisation des processus de conception, construction et gestion du bâtiment notamment avec l'utilisation du BIM.

Il s'agit, en d'autres mots, d'être capable de construire à l'écran avant de le faire sur le chantier. »

L'exploration des capacités de production des fournisseurs de ces trois segments sera instructive quant au fait de développer de nouvelles usines capables de produire des modules de multilogements avec une ossature en bois.

« Les pays scandinaves, berceau du géant de l'assemblage Ikea, ont déjà intégré l'idée de produire les logements en série. "On a une approche de la maison, avec la standardisation des composants, qui fait que le niveau de préfabrication est autour de 70 %", explique Carlo Carbone. Au Japon, le constructeur automobile Toyota produit des maisons en usine depuis longtemps, poursuit-il. »

« Le fonctionnement de l'industrie de la construction au Québec serait aussi un frein à l'adoption de la préfabrication, selon M. Carbone. "Dans notre manière de faire, il y a beaucoup de choses qui sont ajustées et adaptées au chantier, ce qui amène des surcoûts, des extras, dit-il. La construction hors site, ça pousse à réfléchir au projet en amont."⁸

1.5 L'utilisation du BIM OPEN en construction

Cette norme permet une intercommunication entre les différentes plateformes technologiques qui utilisent le BIM. Des standards de communication font en sorte qu'il est possible de réaliser ces échanges.

L'utilisation de la norme « BIM Open » est requise lorsque les partenaires utilisent la méthodologie BIM et des plateformes technologiques différentes (c.-à-d. différents fournisseurs).

⁸ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1943523/prefabrication-service-logement-abordable-shq>

L'Open BIM est basé sur quatre composants⁹

L'Open BIM est un programme de coopération universel reposant sur des standards et des processus de travail ouverts et destiné au domaine de la conception, de la construction et de l'utilisation de bâtiments. Open BIM est une initiative de buildingSMART et de plusieurs autres éditeurs de logiciels leaders du marché utilisant le modèle de données ouvert buildingSMART. L'Open BIM garantit l'interopérabilité des logiciels dans le cadre de la maquette numérique « libre » normalisée. Grâce à l'Open BIM et aux IFC, tous les acteurs du projet sont capables de travailler autour d'une même maquette numérique, quel que soit le logiciel qu'ils utilisent.

Le 1er composant : IFC

Le format IFC (Industry Foundation Classes, ISO 16739) est un format de fichier orienté objet utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels. Il permet de décrire des objets (murs, fenêtres, espaces, poteaux, etc.), leurs caractéristiques et leurs relations. Les IFC ont pour but d'assurer l'interopérabilité entre les logiciels de CAO et les logiciels d'ingénierie, indispensable pour assurer la compatibilité de la maquette entre les différents logiciels, et donc la bonne circulation des données entre les acteurs.

Le 2e composant : BCF

Le format BCF (BIM Collaboration Format) est le format des notes IFC. Les fichiers BCF, très légers, permettent d'envoyer des commentaires, éventuellement accompagnés d'une vue, ou d'une sélection d'éléments de la maquette IFC. Aussi riches que les fichiers IFC, les fichiers BCF contiennent toutes les informations de traçabilité : auteur, date, version.

Le 3e composant : BIM management

Le concept de BIM interpelle les différentes missions de fabrication du projet sur des territoires nouveaux de responsabilité, de capacité procédurale ou d'équipement technique. La sémantique attachée à ces territoires est

⁹ https://openbim.fr/openbim/#:~:text=Définitions._OpenBIM&text=L 'Open BIM est un, de l'utilisation de bâtiments.

confuse, elle conduit à des titularisations souvent anachroniques ou impertinentes, ne respectant pas les fondamentaux de l'Architecture et de l'Ingénierie.

Le BIM manager, le space planner, le record manager ou le Data Minder, ne sont pas les substituts de l'Architecte, de l'Ingénieur ou du TEC, ils en sont des contributeurs révolutionnaires mais peuvent devenir les Maîtres de l'Œuvre.

La Maîtrise d'Ouvrage autant que la Maîtrise de l'œuvre sont confrontées à des problématiques imbriquées :

- Inventer les méthodes collaboratives répondant à la complexité croissante de données hétérogènes*
- Repenser les processus et les instruments de la représentation des nouveaux paradigmes de la narration du projet.*

Pour répondre à ces questionnements, les innovations technologiques se déploient sur trois axes:

1 – Les systèmes de l'information

Infrastructures de transit, gestion des flux, formats compatibles et interopérants, cartographie des acteurs, record management. Immédiateté, sécurité et universalité (BIM Server, BIM Cloud).

2 – La gouvernance du projet

Règles et protocoles d'échange, lois du parti architectural, qualification des compétences, arbitrage de la synthèse, territoires de référence, valeurs probantes (BIM Office, BIM'x)

3 – Le pilotage et l'exploitation du construit

Contrôle fonctionnel , délais – contrôle temps, coût – contrôle ressources, suivi patrimonial.

Le 4e composant : la méthodologie BIM avec l'infonuagique

Les modèles 3D, 4D et 5D sont supportés grâce à la méthodologie BIM. La gestion des installations ou des actifs sera intégrée dans le modèle 6 D. Le modèle 6D fait :

référence à l'ajout de la gestion des installations au projet, en décrivant de manière générale les services et les

éléments du bâtiment avec des capacités de géométrie et de propriété, et ainsi de suite¹⁰.

Les données opérationnelles des actifs immobiliers et ainsi que les informations au sujet des programmes d'entretien y seront intégrées.

En conclusion à ce chapitre:

Le Royaume-Uni en est un bon exemple, puisqu'il a adopté des plans stratégiques pour faciliter l'utilisation du BIM dans le cadre de l'initiative « Digital Build Britain » – et une stratégie BIM 3D/4D existe déjà au niveau gouvernemental. L'importance croissante de la BIM dans le secteur exerce une forte pression sur tous les entrepreneurs pour qu'ils réalisent des projets de meilleure qualité et plus rapidement, et il pourrait bientôt s'avérer impossible de répondre à ce type de demande sans la BIM.¹¹

¹⁰ <https://revizto.com/fr/quest-ce-que-le-bim-dans-la-gestion-de-la-construction/>

¹¹ <https://www.cdbb.cam.ac.uk/>

2 - DESCRIPTION DES ACTEURS DE L'ÉCOSYSTÈME EN CONSTRUCTION RÉSIDENTIELLE ET NON RÉSIDENTIELLE

Je vous propose ce deuxième tableau qui fait la description du continuum de la construction résidentielle dite « artisanale » des acteurs et du processus d'appel à projets. C'est une méthode de construction de la majorité des éléments bâtis qui est effectuée sur le site à développer.

J'ai incorporé une vidéo qui permet de voir un exemple de préfabrication d'une unité d'appartements de 10 étages situés en Chine qui a pris 29 heures à ériger. Le 2e tableau reprend la même idée pour la préfabrication, vous pourrez constater dans le 2e tableau que certains acteurs ont un rôle qui peut être appelé à être délocalisé (GRT) dans l'usine du client-fournisseur (cf.).

2.1 Les continuums de la construction traditionnelle et préfabriquée au Québec

Voici le continuum de l'écosystème actuel de la construction résidentielle du Québec. Il comprend 5 grands acteurs. Les gouvernements financent les projets et le développement des projets se répartit entre les OSBL/Coop d'habitation, les GRT et les métiers.

Actuellement, c'est le mode de construction traditionnel qui réalise l'essentiel de la construction sur les chantiers.

Tableau 2 : le continuum de la construction de logements

Gouv. provincial	Gouvernement	Groupe d'OSBL/coop	GRT	Métiers
Québec	villes	promoteurs	m a î t r e d'oeuvre	Architectes Ingénieurs, concepteurs

2.2 La construction préfabriquée au Québec



La vidéo de la compagnie Broad.group¹² a été réalisée, pour faire la démonstration de la construction d'un multilogement de 10 étages. Il est révélateur des changements qui seront requis à l'écosystème de la construction du Québec.

Cette vidéo permet de comprendre comment devra s'opérer la transformation de l'écosystème actuel de la construction vers la préfabrication en usine.

Ce que l'on décode dans cette vidéo, c'est qu'un nouvel acteur vient s'ajouter, un fabricant qui a automatisé dans une usine, la construction des composants avec l'aide de la technologie numérique, des robots et aussi des humains.

Pour un fabricant, il s'agit donc, dans la majorité des cas, de la réutilisation des mêmes plans, puisque l'usine a été adaptée pour la production de composants/modules qui seront assemblés dans les différents modèles offerts. Cette approche de construction est réalisée avec l'approche méthodologique semblable à la BIM « Building Information modelling ».

Finalement, dans cette vidéo, ce sont les employés de l'usine avec l'aide de grutiers qui assemblent les modules sur le chantier.

¹²Vous pouvez cliquer sur l'image pour voir le vidéo, <http://en.broad.com/>

Il y a des impacts importants sur deux acteurs du consortium de construction que j'ai présenté dans le tableau no 1, impacts sur les GRT et sur les métiers et un peu moins pour les OSBL /Coop d'habitation.

2.3 L'écosystème de la construction résidentielle au Québec dans le marché et « hors marché »

Dans le segment dit du marché, il y a :

- firmes privées de construction de logements de grandes tailles, d'immeubles institutionnels ou d'infrastructures.
- des bureaux d'architectes,
- des firmes d'ingénieurs,
- des entrepreneurs généraux,
- des entrepreneurs spécialisés.
- des professionnels du domaine de la construction.

Dans le segment dit hors marché, il y a trois types d'organismes qui construisent ou acquièrent des logements ou des immeubles institutionnels (RPA, CPE, etc) :

- Le regroupement des OSBL d'habitation (RQOH)¹³
- Les autres regroupements d'OSBL en région,
- La fédération de l'habitation coopérative du Québec (FHCQ)¹⁴
- La Confédération des coopératives d'habitation du Québec (CQCH)¹⁵ avec 7 fédérations,
- Ces groupes utilisent également les bureaux d'architectes, firmes d'ingénieurs et les entrepreneurs et professionnels. Ce sera la taille en termes d'employés et l'expertises de ces dernières qui variera.

Comme les organismes du segment hors marché ne construisent pas eux-mêmes des logements communautaires, elles utilisent les services spécialisés des groupes de ressources techniques (GRT).

¹³ <https://rqoh.com/>

¹⁴ <https://fhcq.coop/fr>

¹⁵ <https://cooperativehabitation.coop/>

2.4 The Canadian Housing and Renewal association¹⁶

L'ACHRU offre des ressources technologiques pour soutenir les fournisseurs de logements abordables, ce qui est en quelque sorte similaire aux GRT du Québec.

2.5 Description de l'Alliance des OSBL (ACHAT)¹⁷

La création de l'organisation ACHAT est relativement récente. Cette organisation a été créée à la fin de 2022¹⁸. C'est une organisation constituée de membres, qui construisent ou acquièrent du logement communautaire.

La vision du groupe : « *Dans le contexte général de perte de l'abordabilité résidentielle et de crise du logement, nous croyons que le secteur de l'immobilier collectif doit réussir à opérer un important changement d'échelle. Avec nos membres, nous avons fixé un objectif de développement plus rapide qu'auparavant, pouvant atteindre des milliers de nouvelles unités de logements locatifs par année si les conditions sont réunies.* »

Vous pouvez voir la liste des partenaires de l'organisation sur le site de l'organisation.

2.6 La description des Groupes de Ressources Techniques (GRT)

Il faut mentionner dans le développement du logement communautaire et social, que le concept d'affaires du GRT qui est en fonction au Québec est unique dans les provinces canadiennes.

Le gouvernement du Québec a publié un document intitulé Cadre de reconnaissance des groupes de ressources technique (GRT) à

¹⁶ <https://chra-achru.ca/tech-resources-to-support-affordable-housing-providers/>

¹⁷ <https://www.achat-habitation.org/fr/a-propos/>

¹⁸ <https://www.achat-habitation.org/fr/2022/12/des-proprietaires-dhabitations-a-but-non-lucratif-creent-une-alliance-pour-contrer-la-crise-du-logement/>

la fin de 2011¹⁹. C'est la SHQ qui réalise la reconnaissance d'un GRT.

Il y a une association des GRT²⁰, leur mission:

L'Association des groupes de ressources techniques du Québec (AGRTQ) représente un réseau d'entreprises d'économie sociale, les Groupes de ressources techniques (GRT), et veille au financement et au développement de l'habitation communautaire partout au Québec afin de répondre aux besoins actuels des ménages à faible et modeste revenu.

Parmi les 17 régions administratives du Québec.²¹

Montréal possède les 4 GRT suivants :

- Atelier Habitation Montréal,
- Bâtir son quartier,
- Groupe Conseil en Développement d'Habitation,
- Le Regroupement des Organismes du Montréal Ethnique pour le Logement (ROMEL),

A l'extérieur de Montréal

- Il y a la région de Laval et des Laurentides,
- Réseau 2000+,
- Il y a la Montérégie avec 8 GRT.

Dans un écosystème de construction hors marché qui est fragmenté, la réalisation de projet intégré (RPI) qui est proposée par le gouvernement du Québec, ou de l'utilisation d'une plateforme numérique qui supportera la méthodologie BIM, la rédaction d'un contrat numérique sera plus laborieuse, mais pas impossible.

¹⁹ https://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/partenaires/GRT/cadre_GRT.pdf

²⁰ <https://www.arondissement.com/monreal/associationdesgroupesderessourcetechniquesduquebecagrtq>

²¹ https://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/liste_grt.pdf

2.7 Évolution de l'écosystème de la construction résidentielle hors marché

Comme vous avez pu le constater en visionnant la courte vidéo au début de cette partie, deux changements majeurs interviennent dans cette industrie :

1. La conception et la préfabrication en usine d'un immeuble locatif de 10 étages et l'installation de l'immeuble en une journée de cet ensemble.
2. Le rôle des acteurs de l'écosystème change profondément. La conception de l'immeuble est tout d'abord adaptée à la technologie numérique. Les robots et aussi des humains utilisent cette technologie de conception/construction.

Parmi les acteurs de l'écosystème, quatre groupes d'acteurs vont être touchés par l'implantation de cette approche, les OSBL, Coop et les GRT, les corps de métiers de la construction et les concepteurs et les constructeurs.

Les premiers verront leur métier se transformer profondément avec la possibilité de réutiliser des plans déjà conçus, les besoins de concevoir par les architectes des plans de multilogements devront être adaptés de plus en plus pour la préfabrication en usine.

La coordination des différents entrepreneurs en construction par le GRT sera simplifiée puisque l'ensemble de la livraison des modules préfabriqué peut se faire en quelques journées par les employés de l'usine ou des entrepreneurs généraux locaux. La préparation du lieu d'installation demeurera sensiblement la même qu'aujourd'hui.

Par contre, une nouvelle fonction apparaîtra chez le GRT, l'analyse poussée des besoins de la clientèle dans un ensemble locatif plus important. Cette analyse sera sans doute accompagnée des principes de bien-être des personnes dans ces lieux. Parmi les principes soutenus, il y a les certifications LEED et WELL, Passive House, Bâtiment carbone zéro (Bcz).

Le deuxième groupe d'acteurs, les concepteurs qui seront touchés par cette transformation, ils devront adapter leurs

conceptions aux standards de production utilisés dans les industries de la préfabrication en place au Québec.

Le troisième groupe, les constructeurs verront leurs contributions diminuer grandement. Comme vous avez pu le constater dans la vidéo le groupe chinois Board Group, ce dernier construit en usine des modules de deux chambres avec balcon et une cuisine, etc.

2.8 Les principaux acteurs en construction du secteur non résidentiel²².

Le **portail Constructo** a publié en 2018, le palmarès des 20 plus grandes entreprises de la construction au Québec. La majorité utilise la méthodologie MDB (BIM), pour leurs développements de projets de construction. Ces acteurs agissent comme maître d'œuvre (MO) pour les grands donneurs d'ordres (DO). La SQI est un (DO).

En conclusion de ce chapitre, il y a lieu de comprendre quelle sera la place qu'occuperont les différents partenaires dans la transition numérique de l'industrie de la construction.

²² https://www.portailconstructo.com/infoconstructo/les_leaders_de_la_construction_2018

3 - LA MÉTHODOLOGIE DE RÉALISATION DE PROJET INTÉGRÉE DE LA SOCIÉTÉ QUÉBÉCOISE DES INFRASTRUCTURES

J'ai publié en mai 2024, un article sur le réseau social LinkedIn qui était intitulé : **La réalisation de projet intégrée (RPI) à la société québécoise des infrastructures (SQI).**

Le gouvernement du Québec et la SQI se préparent depuis quelques années déjà à faire le virage numérique en construction avec le projet Initiative Québec Construction 4.0. Le récent projet de loi 62 met en place les assises de cette transition numérique.

En 2022, la SQI a mis sur pied, une nouvelle approche en matière de réalisation de projet : la conception-construction progressive (CCP). Elle se caractérise par le dépôt d'une proposition préliminaire, puis il s'en suit une sélection d'experts pour le développement d'une proposition complète. Ce mode de réalisation existe ailleurs au Canada pour le développement des infrastructures, mais il a été adapté par la SQI pour la réalisation de projets immobiliers ou d'infrastructures du Québec.

Une fois l'étape de la demande de qualification des propositions passée et qu'un soumissionnaire est sélectionné, la phase de préconstruction peut démarrer. C'est à cette étape que les outils de conception numérique (BIM) seront utilisés pour produire la maquette numérique **préliminaire** de l'infrastructure à construire avec sa volumétrie, ses concepts architecturaux, son ingénierie, ses coûts et les risques associés au projet. Rappelons, que la méthodologie de réalisation de projet intégrée (RPI) proposée intègre l'approche CCP.

L'avenir de l'écosystème de la construction passera de plus en plus par la collaboration entre les divers corps de métiers. Il s'agit tout d'abord d'une collaboration multidisciplinaire associée à la méthodologie du « building Information modelling » (BIM). C'est aussi la méthodologie de réalisation de projet intégré (RPI) que le gouvernement du Québec utilisera, quand c'est possible, au sujet du développement des projets des futures infrastructures municipales ou provinciales.

Lors de l'appel d'offres à projets, la SQI avec un donneur d'ordre (DO) demandera des projets qui devront s'appuyer sur une approche collaborative. Qu'est-ce que ça veut dire exactement ?

L'approche collaborative veut dire que, suite à un appel d'offre à projets, il y aura une réponse d'une équipe composée d'un noyau de trois types de corps de métiers réunis pour un projet ;

- 1 — L'entrepreneur général,
- 2 — les experts en architecture,
- 3 — les experts ingénieurs.

Ces trois disciplines constitueront le noyau du projet « core team ». Ils seront réunis suite à un processus de sélection de la SQI. Viendront se rajouter à ce noyau, les autres corps de métiers qui seront représentés par les entrepreneurs spécialisés et les autres professionnels. Le challenge dans cette approche sera de pouvoir travailler avec le mode collaboratif ce qui amènera les participants à rédiger un contrat de nature collaborative, de prévoir, de négocier le partage des profits et des risques.

Comme je l'ai mentionné précédemment dans un autre article, un contrat qui sera normalement doté d'une clause pour le volet de la protection de la propriété intellectuelle « **entente d'utilisation du jumeau numérique et de non divulgation de l'information** » étant donné que la maquette numérique « jumeau » pourra être transférée, à la livraison du « tel que construit », à l'exploitant de cette nouvelle infrastructure pour devenir un jumeau numérique opérationnel.

La SQI s'est inspirée de la norme canadienne CCDC-30 créée en 2020 pour la rédaction d'un contrat de type RPI. Cette norme permet d'aligner les besoins d'affaires du donneur d'ouvrage (DO) ou du maître d'ouvrage (MO) avec les professionnels qui participent au projet, dans un contrat liant, les différentes parties prenantes. Elle inclura la gestion du risque des parties prenantes associées au projet. Il contient aussi une structure de coûts avec un prix cible. La gestion du risque est intégrée au contrat dans un concept de piscine de risque et est négociée jusqu'à l'obtention d'un accord unanime entre les parties prenantes.

L'ensemble du contrat est conclu de façon unanime entre les parties prenantes au projet. L'essence de la **réalisation de projet intégrée** est, la confiance entre les parties prenantes, le respect

mutuel, la transparence et la communication coopérative. Les participants seront évalués sur leurs capacités à collaborer entre eux par la SQI. C'est ça l'évolution collaborative que le gouvernement désire mettre en place.

Une étape importante de ce processus est l'établissement de l'équipe de travail qui réalisera le projet. Cette équipe « core team » fournira la gouvernance au sujet de la planification, le design et la construction, en vue de réaliser les opérations et le maintien des infrastructures afin de gérer l'atteinte des objectifs du projet. Cette équipe sera aussi responsable la mise en place des mécanismes d'alimentation des KPI, de l'identification précise des coûts et du contrôle du risque de projet. Les décisions seront prises de façon unanime tout au long du projet.

Ce processus de réalisation de projet intégré (RPI) **repose sur les quatre phases qui sont décrites dans le CCDC-30**, auxquelles il **faut ajouter une cinquième phase**. Phase qui vise permettre la préparation du jumeau numérique pour l'opération/maintien des actifs (avec l'entente d'utilisation du jumeau numérique).

Les quatre phases originale doivent en avoir une cinquième :

- 1 — la validation du contenu du projet,
- 2 — le design/acquisition,
- 3 — la construction,
- 4 — la garantie,
- 5 — **l'exploitation/maintien des actifs**.

Avec l'approche de la RPI, la définition du client est assez large. Elle va des gouvernements qui ont des exigences au niveau des programmes de subventions, des donneurs d'ordre, des gestionnaires associés à ces donneurs d'ordres. Cette notion de client comprend aussi des besoins par rapport aux utilisateurs de l'infrastructure et également à ceux et celles qui exploiteront et maintiendront l'infrastructure pendant toute la durée de vie (+50 à 100 ans).

Bref, il faut bien conclure que ce sera la capacité de collaborer qui sera la clé du succès des entrepreneurs qui réussiront à obtenir des projets du gouvernement.

Cette formation a été donnée le 14 mai 2024 à l'ÉTS à Montréal par une superbe équipe de professionnels. Ce fut une belle rencontre que de participer à cette formation.

Publié à Montréal sur le réseau LinkedIn par G. Thériault, le 15 mai 2024, et l'inclusion d'une mise à jour de cet article le 15 juin, dans cet essai.

Partie 2 - Les aspects techniques et industriels, de la modélisation et la conception des actifs immobiliers

C'est en effectuant de la vigie sur la construction préfabriquée au Canada que l'on peut comprendre que des petites entreprises, accuse du retard à ce niveau.

Dans le prochain exemple, l'Ontario possède une longueur d'avance dans ce domaine.

« The Doug Ford government has established a mandate of building 1.5 million homes by 2031 but homebuilders currently have the capacity to construct only a fraction of that. Affordable prefabricated mass timber homes can make up part of the difference. »²³

Que ce soit des structures en bois composite, en bois et acier ou du béton, la préfabrication fait ses preuves de plus en plus. Au niveau des coûts, il y a des délais et du temps de montage plus court, sur les sites à construire. Il y a lieu d'intégrer cette méthodologie et ses techniques de numérisation à l'écosystème de la construction résidentielle et lorsque c'est applicable, dans le secteur non résidentiel (voir les exemples du REM et du pont Samuel de Champlain plus loin dans le texte).

Qu'il s'agisse de la construction d'un actif immobilier ou d'un actif du secteur non-résidentiel comme un hôpital par exemple, la conception de cet actif permettra de produire une maquette numérique [le jumeau numérique]. Un fois que l'équipe de projet aura terminé le développement d'un nouvel actif, qui sera de nature physique ou numérique, ces derniers se retrouveront dans un portefeuille corporatif sous différentes catégories d'actifs. Les actifs plus anciens ne seront pas accompagnés de jumeau numérique. Cette situation entraînera deux types d'exploitation de ces actifs. Il est possible d'unifier ces deux types en utilisant un processus centralisé de gestion des bons de travail et d'un programme d'entretien commun.

²³ Don Wall, 3 février 2024, <https://canada.constructconnect.com/dcn/news/infrastructure/2024/02/carpenters-tout-mass-timber-for-affordable-housing>

4 - LA COLLABORATION ENTRE LA CONCEPTION, LA CONSTRUCTION AVEC LA MÉTHODOLOGIE BIM, ISO-19650 / ISO-9001

Pour comprendre pourquoi il peut être nécessaire d'avoir une entente sur l'utilisation du jumeau numérique, il faut tout d'abord connaître les possibilités de l'évolution de l'écosystème actuel de la construction vers un niveau modèle d'affaire qui est soutenu et encouragé par le gouvernement du Québec. C'est ce que j'ai expliqué au chapitre précédent.

Le thème de la Conférence BIM-Québec tenue à Montréal le 22 mai 2024 était : **la collaboration entre conception, construction** et il est possible **d'y ajouter l'exploitation**.

L'idée de cette conférence est d'établir un langage commun au niveau de la conception/ construction/ exploitation des projets de construction. Le prochain schéma contient un diagramme « personnel » du processus RPI.

Une définition de la collaboration est proposée par la SQI, elle représente un processus pour avoir une compréhension commune d'un projet avec pour finalité d'obtenir un accord des partenaires sur la portée du livrable.

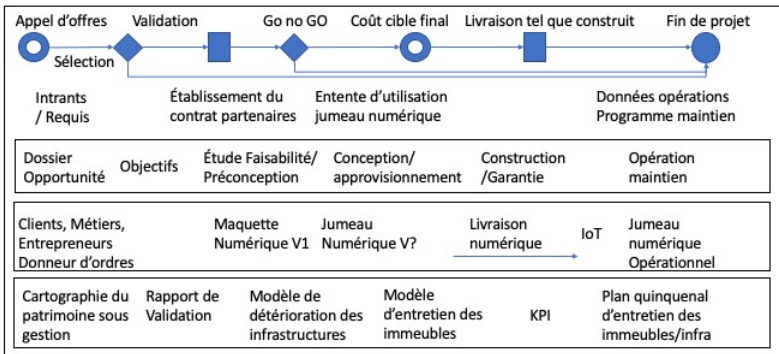
Ce processus est réalisé dans un espace formel, il est organisé, à un dialogue, des enjeux et des contraintes. Il contient un paradoxe, les parties prenantes ont des intérêts et des expertises différentes mais les partenaires visent une finalité commune.

L'idée générale sera de clarifier, en amont, les attentes des partenaires face aux résultats recherchés dans le projet. Il sera aussi nécessaire d'adhérer à la gouvernance du projet, d'avoir de la confiance et du respect. Il faudra tout d'abord développer une stratégie de réalisation BIM dans le dossier d'opportunité, cette dernière pourrait être basée sur les besoins du client, les principes de développement durable, ou sur les critères ESG, etc.

4.1 Explications sur le processus RPI/ Méthodologie BIM.

Schéma conceptuel no 1

Processus RPI / méthodologie BIM – ISO 19650



La méthodologie BIM permet de faire vivre la collaboration, c'est plus qu'une seule gestion numérique des données. En début de projet, après l'étape de validation, c'est l'intégration du concept de collaboration en tant que processus de négociation et de réalisation. La collaboration de la nouvelle équipe doit s'apprendre, se développer et évoluer tout au long du processus de réalisation de projet intégré (RPI).

Suite à la sélection, les partenaires formeront un noyau métier composé de architectes, ingénieurs et d'un entrepreneur général. Viendront se greffer au noyau métier, les entrepreneurs spécialisés et autres professionnels. Il en résultera, un contrat entre les partenaires au début de l'étude de faisabilité. Par la suite, il y aura lieu de prévoir un contrat avec une entente d'utilisation du jumeau numérique afin de permettre de livrer ou d'utiliser par l'exploitant, le jumeau numérique qui contiendra , par la suite, l'ensemble des données d'exploitation et d'entretien.

Une série d'ateliers de préconception seront programmés lors de l'étude de faisabilité avec des thèmes différents. Chacun des ateliers touchera un métier ou une spécialité. La fin de l'étude de

faisabilité se terminera par la décision de poursuivre la construction du projet.

4.2 La granularité des informations du jumeau numérique

Pendant cette conférence, une entrepreneure spécialisée a mentionnée que la collaboration réalisée plus en amont, évite les surcoûts associés aux interférences (clash) lors de la phase de construction. Il a été aussi mentionné qu'il ne faut pas trop épurer la maquette et de garder de l'information utile pour son éventuelle exploitation. Il est donc question d'avoir un niveau de détail élevé.

Une question se posera alors, quel est le niveau de détail souhaité que l'on doit avoir dans la, les maquettes 3D. Ça dépendra du niveau de risque financier que l'on désire gérer. Inclure les entrepreneurs spécialisés lors de l'étude de faisabilité, en utilisant un niveau de détail assez élevé (LOD350 ou LOD400), permettra de réduire les surcoûts au moment de la construction.

Les maquettes numériques (3D) seront réalisées, en partie, lors de l'étude de faisabilité à partir de la stratégie de réalisation, elles évolueront tout au long de la phase de construction. Les maquettes (4D) pour l'échéancier et les maquettes (5D) pour les coûts permettront d'avoir une meilleure idée l'envergure et de la faisabilité du projet. Parmi les meilleures pratiques de l'industrie, l'utilisation du processus ISO-9001 permet d'encadrer le management de la qualité pour les projets de construction.

Finalement, l'analyse du besoin à combler avec la méthode du 6W (Who, When, How, Why, Where, What) s'applique bien à l'ensemble de la méthodologie BIM et ce dès le départ du projet.

L'utilisation des normes ISO-19650 en combinaison avec ISO-9001 assure que le projet sera bien structuré au niveau de l'information, de la gestion de projet, de la qualité des livrables et de la coordination des équipes de projets. L'utilisation d'un environnement de données centralisé EDC s'avère primordial dans ce contexte.

Publié à Montréal sur le réseau LinkedIn par G. Thériault, le 23 mai 2024 et l'inclusion d'une mise à jour de cet article le 15 juin, dans cet essai.

4.3 Qu'est-ce que la collaboration signifie dans le domaine de la construction?

La firme, Dassault Système a donné une série de cinq ateliers de formation ce printemps à Montréal auxquels j'ai eu la chance de participer. Je vous propose donc le résumé, de ce que j'ai publié sur LinkedIn ce printemps.

Le système 3DExperience est une plateforme qui utilise l'infonuagique afin d'accélérer le développement de produits en mode industriel.

Ce type de développement de produit avec la méthodologie BIM permet de réaliser des dessins d'ingénierie qui sont produits en mode collaboratif avec des employés de l'entreprise. Le développement des produits une fois simulés, visionnés, ou les inconsistances éliminées, la production en usine pourra démarrer. La plateforme technologique possède des progiciels et des fonctions qui peuvent être utilisées par les ingénieurs ou architectes dans le développement de produits sophistiqués ou par des fabricants de composants en mode collaboratif.

Par exemple, dans le domaine l'aviation, l'utilisation de la plateforme permet de gérer un projet pour construire un prototype (maquette numérique) avec tous les sous-ensembles de navigation. Le projet sera développé dans un environnement dédié. Dans un projet, il y aura des acteurs (rôles) qui pourront réaliser des tâches de fabrication de composants. La plateforme offre aussi un outil de simulation et un dépôt centralisé d'information.

Le système 3DExperience est couplé et intègre une série d'outils dont la suite Microsoft, des outils de dessins 3D, et d'autres pour la gouvernance et la gestion de projets. Les volets : collaboratifs, flux de travail, gestion du risque, gestion documentaire, gestion des workflows sont pris en charge par ce progiciel. Il est aussi question de relations entre les différents composants utilisés dans le projet. Il incorpore des éléments pour la gestion des coûts, échéanciers de production, etc.

Ce système peut servir également à construire des immeubles de façon répétitive. Il permet d'inclure dans sa bibliothèque des éléments provenant d'autres fabricants. Que ce soit pour le secteur industriel de l'aviation ou celui de la construction, il peut être utilisé dans la fabrication de projets complexe comme des ensembles de multi-logements ou des flottes d'avions. Bien entendu, chaque domaine d'activité aura ses

spécificités dans le contrôle de la qualité, la gestion du risque ou l'application des normes propre à son industrie.

Il s'agit donc d'une excellente solution qui peut permettre d'organiser le fonctionnement d'une usine de fabrication qui désirera reproduire un modèle manufacturier sur une grande échelle. En tant qu'étudiant, c'est assez facile d'utiliser cette solution, si l'on possède un minimum de connaissance en technologie. Pour des produits à valeur ajoutée qui est importante, ça vaut le coup d'investir dans la formation des employés, payer des licences d'utilisation et déployer cette solution, pour une usine de biscuits, c'est aussi utilisé chez la firme Leclerc dans sa production.

Merci à la compagnie Dassault d'offrir gratuitement cette formation à Montréal et de contribuer à démystifier la technologie sous-jacente à l'utilisation du BIM.

Publié sur linkedIn par G. Thériault, le 21 mars 2024. Mise à jour 15 juin.

4.4 La modélisation avec la méthodologie BIM

La méthodologie du BIM est basée sur un cycle de projet qui comprend 4 étapes soit : La conception, la coordination-BIM, le plan de la construction et la livraison « tel que construit »

La norme 19650-1 et le 2 : est utilisée pour la conception, la réalisation du plan de gestion de projet (PGB) et la réalisation du plan de réalisation de projet (PEB). La conception comprend une intégration des dessins réalisés avec des outils en mode collaboratif.

La livraison d'un actif immobilier peut aussi être accompagnée d'une livraison numérique à son propriétaire qui ensuite réalisera son exploitation. Cette livraison impliquera donc la présence d'un jumeau numérique qui aura sa propre existence dans un environnement de données centralisée (EDC).

La valeur ajoutée d'utiliser le BIM, sera de permettre des économies en temps de recherche d'informations. Elles permettront de justifier sa mise en place dans une organisation qui possède un grand nombre d'actifs.

Le cycle de vie d'un actif, il y a la conception, la réalisation, par la suite il y aura l'exploitation et la maintenance. Sur une période de 50 ans de vie d'un actif, la majorité du temps sera consacré à son exploitation, pourtant

peu d'opérateurs vont utiliser la norme 19650-3 (BIM-GEM) qui permet la gestion du patrimoine (G), l'exploitation (E) et la maintenance (M). La mise en place de cette norme implique qu'il est question d'avoir des exigences d'information des actifs (AIR) sous gestion.

Sans une connaissance des objectifs stratégiques de l'entreprise, les informations contenues dans le modèle d'information de l'actif (AIM), il y a un risque de ne pas répondre aux objectifs des propriétaires exploitants des immeubles.

La valeur ajoutée du BIM est représentée dans 6 notions de valeur : stratégique, commerciale, efficacité, industrielle, usagers et technologique dans l'utilisation des données à jour pour visualiser l'information à l'atteinte des objectifs.

« La gestion stratégique de l'actif concerne la capacité d'aligner la gestion des tâches d'opération et de maintien avec les objectifs stratégiques des propriétaires à l'aide de données accessibles et utilisables. »

Il demeure un enjeu juridique important quant à la propriété intellectuelle. Il y a lieu d'avoir un jumeau numérique de l'actif que l'on désire acquérir et le gérer de façon autonome. Cet enjeu peut être réglé par la mise en place d'un consortium numérique.

Dans un portefeuille d'actifs, il y aura une coexistence entre des immeubles construits avec une méthode traditionnelle et ceux construits en préfabrication qui utiliseront le BIM. Ce portefeuille peut difficilement exister dans un environnement BIM. Ce modèle hybride de gestion d'immeuble permettra d'avoir des bénéfices importants en utilisant une gestion de projet et de documentation qui soit uniforme à l'ensemble d'une plateforme de gestion d'un portefeuille des actifs immobiliers.

Publié sur LinkedIn par G. Thériault, mars 2024. Mis à jour le 15 juin.

4.5 L'utilisation de la méthodologie BIM dans la conception, la construction et la gestion des immeubles

La réalisation d'un modèle BIM dans un espace numérique commun avec d'autres collaborateurs selon un plan de travail donné permet d'augmenter la productivité.

Il y a un changement de paradigme fondamental avec le numérique : la conception en 2D utilise la notion d'échelle dans la création de plan alors que la maquette 3D utilise la notion de paramètres et du géo-référencement à partir d'un nuage de points.

Le concept central de la plateforme 3Dexperience tourne autour du travail avec des outils ou collaborateurs sur un modèle unique. Plutôt que d'importer dans différents outils un modèle, la plateforme fait appel aux outils selon les besoins.

L'importance d'avoir une architecture de l'information claire avec un standard d'information permettant l'interopérabilité entre les progiciels :

- 0 — la structure d'organisation sur un territoire (région admin, aggro, MRC, Ville, arrondissements).
- 1 — la structure d'organisation regroupement d'entreprises.
- 2 — la structure d'information "métiers" du projet immobilier d'une entreprise.
- 3 — le format standard IFC [1] (format échange de données).
- 4 — la structure d'informations au sujet de la coordination.

L'organisation du contenu avec un éditeur de signet. Le signet permet de retrouver l'information par rapport à la structure d'information. La capture de l'information peut être réalisée dans la suite Microsoft Office et aussi avec les différents outils. La notation des contenus (markup) permet d'illustrer une problématique sur une maquette. La gestion du temps des tâches collaboratives. Le processus d'approbation avec un cheminement (route) avec les différents rôles (acteurs).

La gestion du cycle de vie d'une tâche collaborative ; la création de la tâche, la durée et la personne qui la réalisera. Le processus de revue des contenus avec l'annotation « markup », la recherche et la résolution de problèmes et la comparaison de deux structures d'informations.

En supplément à cette formation, j'ajoute que les notions de jumeau numérique [2] aident aussi à renseigner les activités effectuées en exploitation et en maintenance ou les données provenant des objets connectés, constituant ainsi un historique complet des services rendus pendant la durée de vie de l'immeuble. L'historique étant regroupé dans la base de données commune selon une structure d'information donnée.

Merci à Dassault-Montréal et aux formateurs Walid et Sébastien.

Publié sur LinkedIn par G. Thériault, le 4 avril 2024

4.6 Une notion fondamentale du BIM : L'intégration vs l'interopérabilité.

Formation no 5, plateforme 3Dexperience chez Dassault à Montréal, 10 avril 2024

Parmi les notions qui ont été présentées lors de cette séance de formation, il y a la notion du cycle de vie du modèle numérique d'un actif "réel" en développement (brouillon, en travail, livrable [gel du contenu], maquette libérée ou version déclassée), du versionnage et de la visibilité des éléments (publique, limitée et privée) par les acteurs du projet.

À partir d'un modèle structurel de l'actif, il y a la possibilité de détecter des interférences. La gestion des interférences entre les composantes est réalisée avec un marquage sur des éléments de la maquette qui sont en conflit. Il en découlera une gestion des changements avec une traçabilité. Le marquage constitue un moyen de collaboration des acteurs, qui permettra la contextualisation des collisions dans la maquette. Leur identification sera réalisée avec des points de suivi « issues ». Suivra la gestion des changements.

Il y a un souci constant dans la plateforme, celui de préserver l'intégrité des données de la maquette numérique.

Pour ce qui est de la gestion de projet, la coordination des tâches peut être reliée à des attributs d'un ou des objets de la maquette numérique. La coordination pourra être réalisée par discipline, par lots de travail, par fournisseurs, métiers, etc. La structure informationnelle de la maquette est flexible et l'on pourra ajouter des éléments de coordination pendant l'avancement du projet.

On parle du BIM lorsque le modèle est renseigné et que la collaboration est réalisée, c'est là que l'on peut dire que c'est du BIM. Une maquette numérique sans collaboration n'est pas du BIM. Le défi RH demeure entier, peu importe la technologie, il faudra intégrer la notion de collaboration dans une organisation.

Des rapports peuvent ensuite être faits pour regrouper les changements en fonction des éléments de coordination qui ont été identifiés et faire partie d'un sous-projet. La gestion des changements sera réalisée avec la notion de Workflow (route décisionnelle de travail). La gestion des

processus de travail sera réalisée avec la méthode de modélisation BPMN 2.0 qui est incorporée dans la plateforme.

Vient ensuite, la notion de jumeau numérique qui permettra l'ajout de données d'exploitation ou provenant d'un programme de maintenance d'une organisation. Par la suite, les notions du BIM 4D+ permettront de réaliser la gestion des temps et des coûts dans la gestion et l'exploitation des actifs. La plateforme permet la constitution d'un portefeuille d'actifs sous gestion.

En conclusion, la norme IFC permet l'interopérabilité et la plateforme 3DExperience permet l'intégration des outils autour d'un modèle numérique unique. L'interopérabilité, sans intégration implique un plus grand effort des RH lorsque les outils ne sont pas intégrés dans une seule plateforme.

Publié sur LinkedIn par G. Thériault, le 11 avril 2024

Merci à Dassault-Système à Montréal et merci à l'équipe de formation d'avoir organisé ces 5 séances.

5 - L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION ET LA NUMÉRISATION DANS LA PRÉFABRICATION DES MODULES À ASSEMBLER

Une des principales caractéristiques de la préfabrication en usine est la possibilité de réutiliser les plans et devis pour réaliser plusieurs fois la construction d'un composants/modules ou d'un immeuble identique.

Dès lors, on peut comprendre qu'il y aura une économie de temps si l'on réutilise les mêmes plans. La part du travail d'un GRT peut représenter jusqu'à 25 % de l'effort dans la réalisation technique d'un projet. La réutilisation des plans, dans ce contexte, permettra réduire les coûts jusqu'à 25 % de la facture. Bien sûr, réutiliser des plans implique des droits d'auteurs supplémentaires.

5.1 Les enjeux de la numérisation et de l'organisation du travail dans les entreprises

La méthode traditionnelle en construction demeurera présente tant qu'il y aura des besoins de constructions en dehors du système de préfabrication.

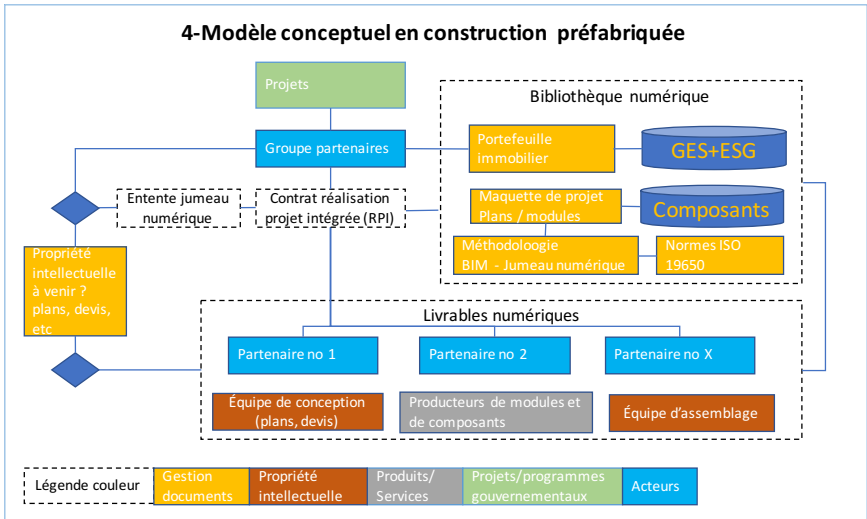
L'ajout des livrables numériques dans la bibliothèque numérique comme illustré dans le modèle suivant nécessitera une réflexion sur la propriété intellectuelle des plans, esquisses et devis de construction.

S'il est décidé que les promoteurs demeurent les détenteurs de la propriété intellectuelle, alors il sera préférable d'inclure la protection de ces droits dans le contrat dans une entente d'utilisation du jumeau numérique qui sera requise pour la gestion des opérations et les programmes d'entretien (référence au chapitre 4, la phase 5 du contrat). Si cette propriété est celle des fabricants alors le contrat comprendra une clause de la propriété intellectuelle des tiers ainsi qu'un accord de non-divulgateion.

La transformation du continuum qui a été présentée au tableau no 1 implique donc la présence d'un élément central ; la propriété intellectuelle des plans et devis des immeubles qui seront construits avec la méthode BIM (documenté au chapitre 1.5).

Si la propriété intellectuelle revient au propriétaire de l'usine (fournisseur), alors il y a un besoin d'avoir une entente d'utilisation du jumeau numérique comme je l'ai mentionné précédemment. Il devra y avoir un article dans le contrat qui couvre l'utilisation de la propriété intellectuelle des tiers.

S'il s'agit alors uniquement d'une collaboration numérique entre les différents acteurs. Le besoin d'avoir une entente d'utilisation du jumeau numérique se limitera au volet financier et au partage des responsabilités entre les partenaires.



La propriété intellectuelle se divise en deux catégories, le droit d'auteurs et la propriété industrielle. Le droit d'auteur appartient à l'idéateur ou à l'idéatrice et la propriété industrielle appartient à celui ou celle qui finance le développement d'un projet commercial²⁴.

²⁴ <https://www.bda.ulaval.ca/notions-en-droit-dauteur/propriete-intellectuelle-et-droit-dauteur/>

5.2 La numérisation et de l'organisation du travail dans les entreprises de construction

Dans la nouvelle organisation du travail, pour le segment de la construction du logement communautaire « hors marché », il y a lieu de se questionner sur la place qu'occuperont les GRT dans ce continuum en préfabrication du logement (tableau 2) ? Le chantier traditionnel de construction sera remplacé par la préparation des modules en usine.

Dans ce contexte, le maître d'œuvre ou l'entrepreneur général de la construction traditionnelle sur le chantier est à sa plus simple expression et elle pourra être réalisée par les employés des usines de préfabrication ou par des employés du secteur de la construction qui auront été formés pour ce type d'assemblage.

Ce sont des assembleurs de modules et non plus des plombiers, électriciens, menuisiers, charpentiers, etc. qui seront requis pour l'immeuble à assembler sur le site à développer.

Oui, il y aura bien des grutiers qui seront présents sur le site, pendant quelques jours. La construction et surtout l'assemblage d'un immeuble de 10 étages va nécessiter +— 1 journée à 20 journées de travail sur le chantier (référence de la vidéo de Broad.group au chapitre 2).

5.3 Exemple canadien de construction préfabriquée

Le prochain lien vous permettra d'explorer un catalogue récent d'éléments modulaires préfabriqués d'une entreprise canadienne ELEMENT5²⁵.

L'exemple récent fourni à la page 3 de cette brochure au sujet de la construction d'une unité de 40 logements à pris un an à se réaliser et 20 jours ouvrables pour l'assembler sur le site à développer.

²⁵ https://issuu.com/elementfive/docs/affordable-housing-brochure-22.07?fr=xKAE9_zU1NQ

On retrouve dans cette brochure les éléments ou technologies suivantes :

- explications sur la construction en bois massif, multi-étage qui est composé d'éléments modulaires,
- la vitesse rapide de fabrication et d'assemblage,
- un plan de plancher,
- une structure de bâtiment modulable,
- des images des unités de logement optimisées (p.10-11),
- des panneaux insonorités « clip's »,
- des options de revêtements et de balcons (p. 14 à 18),
- les normes utilisées (feu, son, vibration « sismiques »),
- les standards environnementaux,
- la certification des produits,
- le CLT, etc.

6 - DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE UTILISÉE DANS LA MODÉLISATION DES DONNÉES DU BÂTIMENT (BIM)

J'ai proposé dans l'essai sur le projet de création d'une **grappe industrielle en construction résidentielle à la CMM**²⁶ d'utiliser la modélisation des données du bâtiment qui est une technologie numérique dans la construction de logements.

Les modèles de données numériques en construction sont maintenant utilisés de plus en plus dans la construction de modules préfabriqués. Des modules qui peuvent être assemblés dans un projet immobilier et ensuite faire partie d'un portefeuille.

Le gouvernement du Québec encourage cette façon de faire avec le projet d'initiative Québec en construction (IQC 4.0). Il en résulte, que la méthodologie de modélisation des données du bâtiment (MDB) ou le BIM en anglais, est utilisée dans un nombre croissant de projets.

6.1 La description de la technologie proposée

Pour être un succès financier et technologique, une mise en commun des plans ou des informations sur les composants est un prérequis technologique qui suppose la mise en place d'une banque de maquettes/plans/composants (bibliothèque numérique) sur une plateforme technologique appropriée.

Par analogie, une bibliothèque possède des livres, un système de prêts, un système de classement basé sur une norme, un inventaire « catalogue de livre » et d'autres systèmes de gestion. Lorsqu'il n'y a qu'un seul propriétaire et un seul utilisateur, il n'y a pas de besoin de s'entendre sur le prêt des livres, ou sur leur achat. Il n'y a qu'un seul payeur, la ville qui est financée par les impôts fonciers.

²⁶ <https://books.apple.com/us/book/projet-de-veloppement-dune-grappe-industrielle-en-id6474486387?ls=1>

Pour un groupe de promoteurs, les questions d'utilisation de maquette ou de plans déjà payés peuvent se poser si un autre promoteur désire les réutiliser dans un scénario de montée en volume en construction de logements ou de bâtiments institutionnels. La possibilité de réutilisation à moindres frais permettra d'accélérer le calendrier de développement des projets en plus de générer des économies.

Il y a lieu de protéger la propriété intellectuelle dans ce cas.

La propriété intellectuelle en Inde est un terme qui fait référence à la marque, à l'invention, au design et à tout autre type de création sur laquelle la personne ou l'entreprise a des droits légaux. Presque toutes les entreprises possèdent une sorte de propriété intellectuelle qui peut être considérée comme un actif commercial.²⁷

Traditionnellement, la PI est divisée en deux catégories : la propriété industrielle et le droit d'auteur. La première est utilisée dans le contexte des brevets, des dessins industriels et des marques et la seconde dans le contexte de la protection des créations littéraires, des œuvres artistiques, musicales, etc.

Un plan, une esquisse ou un devis d'architecte ou d'ingénieur pour la construction ou la préfabrication d'unité de multi-logement ou d'infrastructures est un actif commercial. Celui qui possède un droit d'auteur peut en tirer des revenus. Si un fabricant livre un projet clé en main, vraisemblablement, c'est ce dernier qui aura les droits d'utiliser la propriété intellectuelle, et ce en accord avec les ententes commerciales signées avec les métiers sur cet ensemble immobilier.

6.2 Les pré-requis numériques dans l'utilisation d'une bibliothèque numérique dans la conception construction

Quatre éléments qui se retrouvent dans une bibliothèque numérique sont les volets : 1 — les plans d'architectures, 2 — de structures, 3 — les plans d'électricité et 4 — les plans d'éléments de mécanique. D'autres spécialités peuvent s'ajouter au besoin.

²⁷ https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/india-inde/ip_rights-propriete_intellectuelle.aspx?lang=fra

Outre le fait de ces éléments, leurs utilisations par les employés de petites ou moyennes entreprises dépendront du niveau de maturité, de la capacité et de l'état de développement des organisations²⁸.

Le niveau de maturité des organisations réfère à la performance au sujet de l'implantation de cette technologie dans leurs organisations respectives. L'auteur mentionne l'existence du modèle à 5 niveaux de maturité dans le projet d'implantation d'un BIM.

Il y a aussi trois niveaux de capacité d'utilisation de cette technologie de modélisation ;

1. la modélisation solo,
2. la collaboration dans la modélisation et
3. Les standards ouverts de la méthodologie BIM (l'Open BIM).

Le niveau de développement de l'information se réfère quant à lui, au niveau de détail fourni dans les composants du bâtiment (objets). Il y en a 6 et plus. En Amérique du Nord, ils sont référés, en termes de « Level of detail ²⁹» (LOD de 100 à 500). Le détail : LOD100 - Concept, LOD200 - Approximate geometry, LOD300 - Precise geometry, LOD350³⁰, LOD400 - Fabrication, LOD500 - As build. Ce dernier niveau permettra l'exploitation³¹.

La constitution d'une maquette numérique avec cette approche se termine par un partage entre tous les partenaires, en vue d'une vérification finale, par le coordonnateur BIM qui relève du maître d'œuvre.

Comme il n'y a pas de solution monolithique, chacun des entrepreneurs devra financer les besoins de formation à cette nouvelle technologie. L'initiative québécoise en construction (IQC 4.0) offre la possibilité de faire un diagnostic et offre des

²⁸ https://materiauxrenouvelables.ulaval.ca/wp-content/uploads/2020/12/basma_compressed.pdf, page 61

²⁹ <https://www.united-bim.com/practical-approach-to-level-of-detail/>

³⁰ same information as LOD 300, but they also include interfaces, supports, or connections with other building components. It displays how one system interacts with the other building systems.

³¹ They have been completed and installed and their location has been field-verified and they constrain information clients can be utilized post-construction like model number, manufactured, dates purchased, and so on.

formations pour aider à faire la transition au BIM dans le domaine de la construction résidentielle ou non résidentielle.

6.3 L'utilisation d'un environnement commun de données (CDE en anglais) avec la méthodologie BIM³²

Les entreprises qui construisent des actifs immobiliers et les organisations qui gèrent des portefeuilles d'actifs immobiliers désirent avoir une plateforme qui contiendra l'ensemble des informations des maquettes numériques. Les maquettes qui évolueront vers des jumeaux numériques, qui représenteront les actifs « tel que construits ». Ils seront livrés aux gestionnaires de portefeuille d'actifs immobiliers.

« A CDE is a cloud-based space where information from construction projects is stored and accessible to project participants. This access depends on participants' requirements or level of authorization, as well as their contractual obligations. »

Pour réaliser ce transfert, certaines normes d'interopérabilité devront être présente entre les différents partenaires ou gestionnaire d'actifs. En plus, le niveau de l'intégration logicielle dans les différentes plateformes jouera un rôle prépondérant dans l'efficacité des activités lors de l'exploitation des actifs et aussi lors de la production des rapports de conformité environnementale.

« Many professionals understand the value of using the BIM methodology on built asset projects. BIM is undoubtedly a useful way to improve construction project delivery. This methodology should feed into a CDE to provide key stakeholders with a digital representation of a building spanning the project lifecycle, often called a digital twin. »

« The concept of the digital twin has been discussed for many years. But what owners truly desire—the dynamic exchange of data and information bidirectionally between the physical and virtual space—has only recently been realized. »

³² <https://www.oracle.com/ca-en/construction-engineering/what-is-cde-and-bim/>

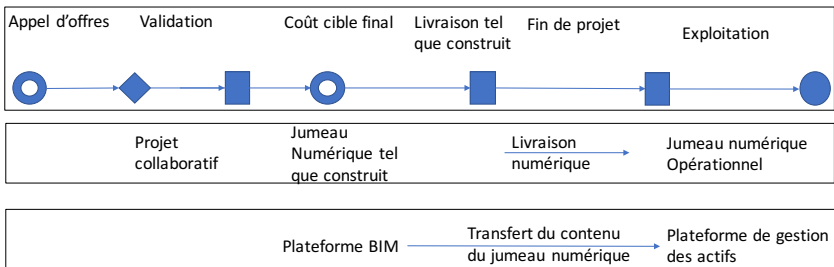
Schéma conceptuel no 2 : transfert du jumeau numérique dans le portefeuille d'actif sous gestion

Le prochain schéma exprime visuellement, le passage du jumeau numérique d'une plateforme BIM vers la plateforme technologique conçue pour la gestion des actifs.

Étant en la présence de plusieurs fournisseurs de progiciel BIM qui sont tous conçus pour produire des jumeaux numériques, il y aura une différence dans le modèle objet servant à produire la documentation des éléments constituant des jumeaux numérique « tels que construits ». Chacune des équipes de projets ayant la liberté de choisir un ou des fournisseurs qui pourraient avoir différentes plateformes BIM.

Le passage à la plateforme de gestion des actifs vise à introduire une taxonomie uniforme en vue de l'exploitation des actifs du portefeuille immobilier et de l'utilisation des outils MAXIMO tel qu'ils sont documentés aux chapitres 14 à 20 de cet essai.

Processus de transfert du jumeau numérique pour l'exploitation des actifs



6.4 Le gestionnaire de base de donnée avec l'OPEN BIM et l'OPEN CDE

Le gestionnaire de base de données Oracle peut être utilisé comme un environnement commun de données surtout lorsqu'il a été adapté dans une suite applicative conçue pour la conception et la construction d'actifs immobiliers qui éventuellement feront partie d'un portefeuille d'actifs immobiliers.

« In brief, openBIM is a universal approach to the collaborative design, realization, and operation of buildings based on open standards and workflows.

Oracle is working to contribute to the standardization in the industry and leads the openCDE initiative as a working group within [buildingSMART International](#). This initiative is focused on smart data exchanges between online data environments, authoring, and quality tools. »

Présentement, il existe plusieurs fournisseurs de plateforme CDE qui utilisent la méthodologie BIM. Chacune de ses organisations aura un gestionnaire avec une base de données. Pour avoir la possibilité de passer d'une plateforme technologique CDE-BIM à une autre plateforme technologique, ces organisations doivent utiliser les normes d'interopérabilité OPEN BIM et OPEN CDE.

L'utilisation de ces deux normes OPEN-BIM et OPEN CDE permettra le transfert des jumeaux numériques à un gestionnaire de base de données qui les aura intégré dans sa plateforme de gestion des actifs immobiliers. Par exemple, la compagnie **Oracle avec sa plateforme ACONEX CONSTRUCTION**³³ permet de faire cette intégration. Ce gestionnaire de base de données permet aussi de faire des suivis pour les audits internes.

La plateforme Maximo pour la gestion des actifs immobiliers utilise un système de gestion de base de données (SGBD) qui sera adapté au fait que le jumeau numérique qui a été créée sur un **SGBD objet** devra pour être utilisé avec une forme de SGBD objet-relationnel du type SQL, DB2-IBM ou Oracle dans un environnement d'infonuagique ouvert.

³³ <https://www.oracle.com/ca-en/construction-engineering/aconex/>

6.5 Déployer IBM Maximo sur Oracle Cloud Infrastructure³⁴

Déployez IBM Maximo Application Suite (MAS) 8.x sur la solution Red Hat OpenShift sur Oracle Cloud Infrastructure (OCI) pour la surveillance, la gestion, la maintenance prédictive et la planification de la fiabilité des ressources.

Le conseil d'IBM en partenariat avec Oracle NA Cloud Engineering a créé l'offre IBM Maximo Application Suite 8 (Asset Management) sur OCI avec une notation de l'état facile à implémenter à grande échelle avec jusqu'à 30 % d'économies. Les clients peuvent choisir de déployer cette solution sur le cloud ou sur site.

6.6 Architecture d'implantation de ces deux ensembles technologiques (BIM-SGBD)

Cette architecture présente les options de déploiement pour IBM MAS et suit les meilleures pratiques pour OCVS et IBM MAS.

Les options suivantes décrivent le déploiement d'IBM MAS sur OCI.

- *IBM MAS sur Red Hat OpenShift sur Oracle Cloud VMware Solution : Oracle Cloud VMware Solution fournit un environnement cloud natif géré par le client et basé sur VMware, installé dans une location cloud. Il offre un contrôle complet, à l'aide d'outils VMware familiers, vous permettant de créer une implémentation Red Hat OpenShift résiliente, fiable et hautes performances avec Oracle Cloud VMware Solution, fournissant une plate-forme robuste pour déployer IBM Maximo.*
- *IBM MAS sur Red Hat OpenShift sur les instances Bare Metal Oracle Cloud : Red Hat OpenShift peut être déployé sur des instances Bare Metal OCI. Nos clients tirent parti des instances Bare Metal hautes performances d'OCI pour exécuter les applications les plus exigeantes.*

En conclusion pour ce chapitre : C'est un domaine technique qui peut et doit être fortement intégré à travers les différentes technologies pour pouvoir être assez facilement utilisable.

³⁴ publié le 23 février 2024, <https://docs.oracle.com/fr/solutions/deploy-ibm-maximo-on-oci/index.html>

Partie 3 — Le contrat en construction, l'accord de non divulgation, l'architecture d'entreprise et la cartographie du patrimoine d'actifs immobiliers³⁵

Les firmes de construction, d'architectes ou d'ingénieurs sont souvent placées dans une position commerciale qui exige d'eux une certaine organisation. Les contrats qui sont prévus par le CDCC ont été conçus pour répondre à ce besoin.

C'est le récent appel à projets de la SHQ au sujet de la construction de 500 logements en mode préfabriqué à Rimouski qui a retenu notre attention. Le PDG a souhaité la venue de consortium dans cet appel à projets. La logique commerciale sous-jacente et la gestion de projet qui l'accompagne ; c'est plus facile de gérer et de faire affaire avec un seul projet 500 logements qui peut regrouper plusieurs entrepreneurs que de gérer 5 contrats de cent logements chacun.

L'architecture d'entreprise peut être définie comme une approche globale prenant en compte toutes les facettes de l'entreprise, et donc à la fois les aspects commerciaux et technologiques. C'est à partir de l'établissement du modèle conceptuel de cette architecture que l'on pourra établir la base de la fondation du portefeuille d'actifs immobiliers.

Par la suite, il sera nécessaire d'établir la taxonomie des couples d'actifs immobiliers « actifs physiques ou numériques », cette taxonomie qui servira à établir la cartographie du patrimoine immobilier.

³⁵ Mise à jour du 5 août, fusion des chapitres 7 et 8 en un seul qui traite de l'aspect légal et ajout de la notion d'architecture d'affaires dans le nouveau chapitre 8.

7 - LE CDCC³⁶ ET LES CONTRATS DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION AU CANADA ET AU QUÉBEC

L'utilisation de la méthodologie BIM avec l'aide d'une plateforme technologique contenant un progiciel spécialisé pour le domaine de la construction permet de produire des maquettes numériques. La maquette permet de fédérer les informations et plans des différents éléments et composants d'une infrastructure ou d'un immeuble. L'utilisation de cette approche de réalisation des projets de construction est assez récente au Canada et au Québec.

Voici deux exemples récents de projet de constructions assez complexe. Le projet de la construction du pont **Samuel de Champlain** (consortium Signature Saint Laurent)³⁷ ou de celui du **REM** (CDPQ-Infra)³⁸.

Le premier exemple, le groupe **Signature sur le Saint-Laurent** a été choisi pour réaliser la conception, la construction, le financement, l'exploitation, l'entretien et la réhabilitation du projet de corridor du pont Samuel de Champlain. Le projet est réalisé en partenariat public-privé (PPP) avec le gouvernement du Canada. Il s'agit essentiellement d'un projet clé en main où le problème de propriété intellectuelle ne se pose pas vraiment puisque le maître d'œuvre réalisera son exploitation par la suite. Il n'y a pas besoin d'avoir une entente d'utilisation de la propriété intellectuelle de la part de l'exploitant.

Dans le deuxième exemple, celui du projet du REM, en plus d'avoir un bureau de projet, il y a deux consortiums pour la réalisation de cette nouvelle infrastructure de train léger sur rail.

³⁶ Centre de documentation canadien de la construction : https://www.ccdc.org/fr/document_types/liste-complete/

³⁷ <https://www.pontsamueldechamplain.ca/a-propos/signature-sur-le-saint-laurent/>

³⁸ <https://rem.info/fr/principaux-partenaires>

Le **consortium NouvLR** pour les infrastructures et le **consortium PMM** pour la fourniture du matériel roulant, les services d'exploitation et de maintenance. Dans ce deuxième cas, il y a eu une coordination entre les deux consortiums, ce qui en principe suppose qu'il n'y a pas besoin de permettre l'utilisation des maquettes numériques par un tiers puisqu'il y a un seul consortium responsable de l'exploitation et de la maintenance.

De retour au domaine de la construction résidentielle et institutionnelle ou les besoins en nouvelles immobilisations comme des **CPE, maisons des aînés, écoles, hôpitaux** et aussi une quantité impressionnante de **logements**, etc. Une grande partie de cet ensemble est et sera géré par la SQI ou d'autres sociétés gouvernementales qui gèrent des immeubles.

La SQI voudra faire des appels à projets avec les entreprises de la construction. Il en va de même pour les organismes qui œuvrent dans le domaine communautaire que nous vous avons présenté au chapitre 2.

Pour ces deux segments de l'industrie de la construction (résidentiel et non résidentiel), il y aura un besoin de partager les maquettes numériques des ouvrages construits entre le fabricant et l'exploitant. **L'exploitant pourra inclure dans le jumeau numérique (la maquette), les données opérationnelles (IoT, etc.) associées à l'exploitation ce qui permettra de rendre opérationnel ce jumeau numérique.**

Dans le cas de la préfabrication en usine, d'unités de multilogements et en fonction de la forme de contrat qui sera négociée, le jumeau pourra être utilisé par l'opérateur si cette utilisation est prévue dans l'entente d'utilisation du jumeau numérique et au besoin, qui sera incluse dans un contrat. Cette entente aura été prévue pendant l'étude de faisabilité telle qu'illustrée dans le schéma conceptuel no 1 du chapitre 4.

7.1 Les types de contrats du CDCC

Le CDCC possède des séries de formules de contrats. Il y a :

- la série deux pour les contrats à forfait,
- la série trois pour les contrats à prix coutant majoré,
- la série quatre pour les contrats à prix unitaire,

- la série cinq pour les contrats de gérance de la construction,
- la série 11 à 18 pour différents types de services,
- la série 30 pour les contrats de **réalisation de projet intégrée**,
- la série 31 pour les services entre maîtres d'ouvrages et le professionnel, et la série 40 pour l'assurance.

C'est principalement les contrats de la série 30 qui impliquent le principe de collaboration, conception, construction et l'exploitation qui par son mode collaboration implique obligatoirement une utilisation des données numériques. Les jumeaux numériques devront être partagées entre le fabricant et l'exploitant ce qui signifie qu'une entente a été prévue à ce sujet dans un contrat.

Le segment résidentiel dit « hors marché » celui du logement communautaire même s'il n'utilise pas forcément le CDCC-30, il pourra quand même vouloir utiliser l'approche de collaboration et ainsi utiliser les données de la maquette numérique pour l'aider à gérer plus facilement ses opérations et ses programmes d'entretien.

7.2 L'utilité des contrats de consortium

Le groupe français **Initiatives**³⁹ propose un texte sur l'utilité des consortiums dans le monde des ONG. Des raisons géographiques, financières incitent les ONG à se regrouper dans cette forme juridique. Parmi les avantages cités dans cet article, il y a : **la capacité à couvrir une géographie et/ou un territoire plus large, un outil de passage à l'échelle, des volumes financiers plus importants**. L'article de la revue *Traverse* couvre bien l'ensemble de cette démarche.⁴⁰

Il y a des avantages et des risques qui peuvent être gérés ou partagés. Parmi les avantages, la possibilité de pouvoir répondre à des projets financiers demandant plusieurs dizaines de millions de \$.

« Enfin, le consortium permet le plus souvent de gagner en efficacité de l'action. Il contribue à l'obtention d'un impact fort sur le plan socioéconomique, mais également politique

³⁹ <https://groupe-initiatives.org/Le-consortium-outil-pertinent-pour-un-gain-d-efficacite-ou-piege-a-haut-risque#:~:text=S> Sans être exhaustif, le premier, membres du consortium

⁴⁰ https://groupe-initiatives.org/IMG/pdf/traverses-49_avec_fiches-web-2.pdf

ou institutionnel, notamment par la mise en place d'un plaidoyer commun. »

L'Association des architectes en pratique privée du Québec a publié un guide d'accompagnement pour la mise en place de consortium.⁴¹ Le consortium permet de répondre plus spécifiquement au besoin des projets de grande envergure. L'entente numérique quant à elle si elle est incluse dans le contrat, est un moyen d'avoir un seul contrat.

Le consortium « au sens large » permet le regroupement de ressources techniques et financières d'organisation qui ont un objectif commun. La spécialisation additionnelle d'un consortium « numérique » permet de protéger la propriété intellectuelle des membres du consortium. Les cabinets d'avocats sont habilités dans ce domaine, svp vous y référer.

L'association des architectes propose un contrat type dans le but de :

- i) Le nombre de parties impliquées ;
- ii) L'apport de chacune des parties ;
- iii) La répartition du travail ;
- iv) La structure opérationnelle, laquelle peut varier de très simple à complexe lorsque l'ouvrage présente un niveau de difficulté élevé ;
- v) Les exigences portant sur les avances, le paiement des honoraires et la capitalisation du consortium.

Tableau 3 : Lieu de résidence de la propriété intellectuelle

cas d'utilisation	Donneurs d'ouvrage	Maître d'oeuvre	Fournisseur préfabrication
1er cas	propriété intellectuelle	collaborateur	collaborateur
2e cas	collaborateur	propriété intellectuelle	collaborateur
3e cas	collaborateur	collaborateur	propriété intellectuelle

⁴¹ https://www.aappq.qc.ca/content/filemanager/Consortium/Guide_Entente_consortium_2018.pdf

Le détenteur de la propriété intellectuelle associé aux plans et devis et aux maquettes numériques devra être en mesure de fournir un standard ouvert de collaboration (Open BIM) aux autres partenaires de la chaîne d'approvisionnement numérique.

Cette approche permettra donc à chacun des partenaires d'utiliser ses logiciels de modélisation des données du bâtiment. L'interopérabilité entre les différents logiciels sera assurée par les standards supportés avec le BIM OPEN.

BIM-Québec prévoit que l'initiative IQC 4.0 et les donneurs d'ouvrage (DO) seront les bougies d'allumage de la transformation numérique. Il y a lieu de considérer le maître d'ouvrage (MO) également.

7.3 : Le choix d'un régime de propriété intellectuelle par le groupe des promoteurs

Au sujet du régime de propriété intellectuelle, il y a une possibilité pour l'ensemble des donneurs d'ouvrages d'utiliser un plan d'architecte/d'ingénieur/etc. On dira que l'état de l'objet maquette est public [prêt à être utilisé]. Il en va de même pour un plan d'architecte, ingénieur, etc [prêt à être utilisé] ou d'un composant qu'il est [prêt à être utilisé].

Par exemple, Québec-BVI a présenté sur son site Internet, **le projet Cohabitat** constitué de 5 bâtiments multirésidentiel avec 42 unités de logement.⁴² Un bâtiment qui a été recyclé pour les usages communs et 4 bâtiments avec deux plans différents (1 plan réutilisé pour deux bâtiments) qui ont tous été construits pour des usages privés (logement)⁴³.

Une fois, les devis d'architectures complets, les promoteurs ont été en appel de projets pour trouver un entrepreneur. La période de conception a duré de juin 2010 à juin 2012 et la période de construction de juin 2012 à juin 2013.

⁴² <https://www.quebecinternational.ca/fr/batiments-exemplaires>

⁴³ Tableau des coûts du projet cohabitat; <https://collectivitesviabiles.org/etudes-de-cas/cohabitat-quebec-planification-et-mise-en-oeuvre-du-projet.aspx>

7.4 Les différentes formes juridiques d'associations en vue du partage d'informations numériques

Chacun des projets immobiliers qui utilisera la méthodologie BIM, produira des livrables de nature numérique en plus de livrer physiquement des immeubles/infrastructures à leurs clients.

La méthodologie de construction BIM, constitue une innovation technologique, de nature numérique. Le livrable numérique demeurera la propriété d'un ou des promoteurs dépendant des règles d'affaires et du modèle de financement utilisés.

La décision du partage des livrables numériques dépendra de la volonté des partenaires de donner un accès gratuit ou payant aux autres partenaires.

Parmi les formes juridiques d'association, deux nous intéressent plus particulièrement soit : **1-le consortium et 2-la Coentreprise.**

Le contrat du CDCC-30 est un contrat de type consortium puisqu'il permet à plusieurs partenaires de collaborer ensemble.

La forme juridique du consortium « numérique » permet à chaque partenaire de conserver son autonomie au niveau de la propriété intellectuelle. Un guide a été produit par INPI⁴⁴ au sujet des innovations numériques.

La forme juridique du « Joint venture » contrairement au consortium, implique la collaboration entre les parties prend la forme d'une entreprise commune.

La mise en place d'une plateforme technologique de gestion des actifs immobiliers exigera des investissements et l'identification d'un partenaire qui centralisera l'information pour l'ensemble des membres de l'organisation.

⁴⁴ lien https://www.inpi.fr/sites/default/files/guide_definition_contrat_contortium_vf_0.pdf

7.5 - L'accord de non divulgation (AND) au sujet des actifs numériques

L'OQLF⁴⁵ propose la définition suivante de l'accord de non-divulgation (AND). Accord signé entre deux parties afin de protéger des informations qui doivent demeurer confidentielles.

Dans le contexte de réalisation de projet intégrée (RPI), il s'agira d'un accord signé entre plusieurs parties. On appelle partie émettrice et partie destinataire les signataires d'un accord de non-divulgation ou qui fera partie d'un contrat de RPI.

Toujours dans le contexte actuel, la partie émettrice sera composée des propriétaires de la propriété intellectuelle des plans et devis d'architecture et la partie destinataire sera composée par les non-propriétaires de la propriété intellectuelle.

L'accord est unilatéral lorsqu'une seule partie communique des informations confidentielles. Le récipiendaire de l'information est alors seul, tenu contractuellement de garder l'information confidentielle. L'accord est bilatéral lorsqu'il implique un échange mutuel et réciproque d'informations entre les parties.⁴⁶

Définition des termes essentiels tel que proposé au présent essai et aussi dans le guide de rédaction de l'Export Développement Canada ⁴⁷.

7.6 La préparation de l'AND

La préparation du contrat avec une entente numérique comprend une phase d'échange d'information. Qui dit partage d'information dit, confidentialité de l'information surtout, pour l'environnement externe au groupe.

Il est alors question d'un accord de non-divulgation (AND), en anglais « non disclosure agreement » (« NDA »). Cet accord

⁴⁵ <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/18494999/accord-de-non-divulgation>

⁴⁶ <https://bpifrance-creation.fr/encyclopedie/trouver-protger-tester-son-idee/protger-son-idee/laccord-non-divulgation-nda>

⁴⁷Page 17, <https://www.edc.ca/content/dam/edc/fr/corporate/suppliers/agreements/confidentiality-agreement.pdf>

permet de protéger la confidentialité des informations échangées lors des discussions entre les parties. Il servira aussi de base de réflexion entre les parties.

Il comprend un objet. La désignation de quelques personnes responsables de l'accord (chef de projet ou personnes proches du pouvoir décisionnel). Ces personnes auront une bonne vision technique du projet et des enjeux liés au futur contrat.

L'aspect technique est fondamental dans ce projet, il y aura donc une gestion de projet régulière pour ce projet. Un exemple de AND/NDA est fourni à la page 15 de la référence.⁴⁸

L'accord de non-divulgence porte donc sur l'utilisation d'un jumeau numérique qui correspond à un **couple physique et numérique (P-N)**. Ce couple sera associé à la cartographie du patrimoine qui servira à documenter la composition du portefeuille immobilier de l'organisation.

Un couple dans le portefeuille immobilier équivaudra à une partie prenante qui possède une ou des propriétés intellectuelles (jumeaux avec ses plans et devis numériques) et qui exploitera les actifs physiques correspondants.

7.7 Un exemple d'un accord de non divulgation chez EDC⁴⁹

Vous pourrez prendre connaissance d'un exemple de contrat qui est assez simple à prendre en compte lors de la rédaction de l'accord de non-divulgence (AND) prévu dans un contrat.

Il s'agit d'un exemple d'un gabarit type qui a été écrit par le groupe Exportations Développement Canada (EDC) qui est présenté dans le lien ci-dessous.

⁴⁸ INPI/La rédaction d'un contrat de consortium dans le domaine du numérique

⁴⁹ <https://www.edc.ca/content/dam/edc/fr/corporate/suppliers/agreements/confidentiality-agreement.pdf>

7.8 Le besoin d'ajouter un accord de non divulgation comme une partie intégrante de l'entente numérique au contrat pour régler l'enjeu de l'utilisation du jumeau numérique

Cet article couvre bien le besoin de l'utilisation des données du jumeau numérique en France. Cet article aborde la nécessité d'utiliser les données du jumeau numérique en France. Il peut très bien s'appliquer au marché immobilier au Canada ou dans n'importe quelle province incluant le Québec.

Avec les maquettes numériques et l'utilisation du jumeau numérique, tout l'enjeu se situe au niveau de la propriété des données, à qui appartiennent-elles ? Au fabricant, en partie aux architectes, ingénieurs qui produiront des plans avec les droits d'auteurs associés aux plans.

« Propriété et échange des données : Aujourd'hui, les données récoltées appartiennent aux propriétaires des équipements connectés. La plupart laissent les installateurs du jumeau numérique accéder aux données puisque cela leur apporte un bénéfice direct (analyse, prédictions et conseils). Il est possible que demain ces données soient commercialisées et il n'existe à ce jour pas de réglementation spécifique sur les modalités de leur échange. Il importe donc dans un environnement de multiplication des données et de leur partage de fixer à qui appartiennent ces données et quel droit de regard avon-nous sur la connaissance qui en sera ensuite extraite ?

L'émergence du bâtiment intelligent pose de nouvelles questions car les données utilisées et récoltées sont diverses dans leurs usages (simulation, prédiction, gestion opérationnelle...) et peuvent vite aboutir à des problèmes de volume, de cohérence, de sécurité et de propriété. Le bâtiment numérique pose ainsi la question du patrimoine informationnel disponible, de sa gestion et de son évolution.

Si le droit n'est pas encore dépassé, il devra évoluer. Décidément là où il y a de la data, il y a nécessairement un

besoin de recours aux professionnels du droit qui sont les seuls à pouvoir neutraliser le risque juridique digital. »⁵⁰

7.9 L'entretien sur des actifs existants avec l'aide de partenaires externes à l'entreprise

Un gestionnaire de temps en temps sera appelé à réaliser des travaux d'entretien sur des actifs existants. Si les travaux sont suffisamment importants et que la SQI décide d'aller en appel d'offre pour trouver un ensemble d'entrepreneurs qui réalisera, par exemple un contrat d'agrandissement d'un hôpital existant (Maisonnette-Rosemont) il faudra alors fournir un jumeau numérique, s'il existe, dans l'appel d'offre.

Dans le cas d'un actif existant, il faudra donc tenir compte du fait que cet actif disposera un jumeau digital pour la nouvelle partie de l'hôpital et qu'il n'aura sans doute pas de jumeau numérique pour l'ancienne partie de l'hôpital. **Il faudra en tenir compte de ce cas d'utilisation dans la taxonomie.**

Il faudra donc inclure dans l'entente d'utilisation du SEAO, une clause de confidentialité (?) et dans le contrat qui couvrira le contrat de rénovation, une clause au sujet de l'utilisation du jumeau numérique.

Cette dernière hypothèse devra être confirmée par le contentieux des entreprises qui désireront utiliser cette approche de travail.

En conclusion pour ce chapitre : Les cabinets d'avocats sont habilités dans le domaine de la propriété intellectuelle, dans la rédaction de contrat ou dans la sphère légale dans son ensemble. L'industrie de la construction au Canada s'est bien organisée avec la mise en place d'un standard de documentation des contrats.

Veillez noter : que le texte de cet essai n'est pas de nature juridique, svp, veuillez vous référer aux cabinets d'experts pour des conseils spécialisés sur les contrats de toute nature, y compris les accords de non-divulgateion.

⁵⁰ <https://info.haas-avocats.com/droit-digital/lenjeu-juridique-du-jumeau-numerique>

8 - L'ARCHITECTURE D'ENTREPRISE AVEC DE MULTIPLES SECTEURS INDUSTRIELS ET DE NOMBREUX SITES D'ACTIFS IMMOBILIERS⁵¹

L'ajout de ce nouveau paragraphe fait suite à la poursuite de l'étude sur la compréhension de l'ensemble MAXIMO.

La structure organisationnelle d'une entreprise va influencer le déploiement d'une solution applicative de gestion des actifs immobiliers.

Avant même de débiter la cartographie du portefeuille d'actifs, il est donc nécessaire de connaître comment l'entreprise est structurée au niveau des ses principales fonctions d'affaires et de ses différents secteurs industriels.

C'est ce qui permettra ensuite le déploiement d'une architecture d'entreprise qui sera alignée sur les pratiques d'affaires de l'organisation.

Les entreprises avec un grand nombre d'actifs auront dans leurs organigrammes corporatifs, des notions de distribution et des activités de gestion pour la création ou l'entretien de ces actifs. Ces activités seront réparties entre différentes régions et différentes missions sociétales.

L'architecture d'entreprise peut être définie comme une approche globale prenant en compte toutes les facettes de l'entreprise, et donc à la fois les aspects commerciaux et technologiques. C'est l'organisation de cet ensemble qui deviendra la fondation de la gestion des actifs immobiliers sur laquelle la suite applicative prendra place.

⁵¹ https://www.ibm.com/docs/en/SSLKT6_7.6.0/com.ibm.mbs.doc/pdf_mbs_multiple_site.pdf

8.1 La planification pour la mise en place de l'architecture organisationnelle des sites multiples

La planification de la mise en place d'installations multiples d'une entreprise implique une catégorisation des actifs immobiliers dans une ou des organisations (division logique).

Cette approche permet le partage de l'information dans une base de données centralisée tout en gardant les opérations séparées en fonction des spécialisations de l'entreprise.

Avant de créer différents sites, il faut déterminer quels sont les types d'opérations qui sont réalisées dans chacune des installations et aussi identifier quelles sont les données qui seront partagées par chacune d'elles et quelles sont les données propres à chaque installation par exemple, les bons de travail qui relèvent d'un seul site.

La fonctionnalité de gestion de créer et de gérer des actifs sur des sites multiples « multi-sites » permet de standardiser et de partager certaines informations parmi les installations et de donner accès aux différents sites.

Le minimum requis pour une implantation du concept sera de créer un ensemble de base (**Entreprise**), avec des produits/équipements/outils dans un (**ensemble d'inventaire\Set**), avec un division logique du travail (**ensemble compagnies\Set**) et dotée d'au moins une localisation d'un actif (**Site**)

8.2 Les niveaux hiérarchiques des données du modèle conceptuel de l'architecture d'entreprise

Un système applicatif de gestion de portefeuille d'actifs immobiliers permet de conserver de l'information sur différents niveaux flux de travail et des données.

1- Le niveau système (Entreprise) :

Un système qui contiendra une instance de la base de données. Un système peut contenir un ou plusieurs ensembles, organisations et sites.

2- Le niveau ensemble (Item Set) :

Il existe sous le niveau système, mais au-dessus du niveau organisation. Cette disposition permet à plusieurs organisations de partager un ensemble Compagnie et un ensemble d'inventaires. **Chaque Organisation ne peut avoir qu'une seule compagnie et un ensemble d'inventaires (RA).**

3- Le niveau organisation (Item Compagnie)

Une organisation sert à définir une entité légale unique ou une division logique du travail. Une grande entreprise peut avoir différentes organisations pour différentes compagnies. Une entreprise peut aussi avoir un groupe d'installations qui existe sur un continent ou dans un pays une province dans une organisation. **Il peut y avoir plusieurs organisations dans une seule base de données système.**

4- Le niveau site

Un site permet d'identifier une place de travail, comme une installation, une usine ou une infrastructure. Un site est une division dans une organisation qui permet une certaine indépendance des données par rapport aux autres sites. Il est possible aussi d'administrer la sécurité et de donner des droits d'accès aux différents sites.

8.3 L'approche multi-sites et multi-organisation

L'approche multi-sites et multi-organisations permet de créer un environnement de travail avec les caractéristiques suivantes :

- tous les usagers des sites utilisent la même base de données,
- tous les usagers des sites utilisent la même application,
- tous les usagers peuvent avoir accès avec un navigateur Web,

Les sites peuvent garder une indépendance opérationnelle en fonction des besoins d'affaires et en fonction des limites de l'architecture applicative.

Une définition simple est proposée pour la multi-organisation : une organisation est une entité financière dans laquelle toutes les transactions financières avec une même devise sont réalisées. Chacune des organisations maintient sa propre charte comptable qui sert à l'ensemble des sites de cette organisation.

Dans les grandes entreprises, plusieurs fonctions d'affaires peuvent être définies comme étant une organisation. Par exemple, une organisation est associée au maintien de ses actifs et une autre organisation au maintien des actifs de ses clients. Le site quant à lui représente l'endroit où les activités de l'entreprise sont réalisées sur un actif physique/jumeau numérique qui possède sa localisation.

Différentes fonctions d'affaires seront regroupées dans une organisation qui peut contenir plus d'un site. Voici une référence au guide de développement des multi-sites.⁵²

8.4 le rôle de l'architecture d'entreprise en gestion d'actifs immobiliers

Il y a lieu de définir si l'on désire plusieurs organisations (découle du domaine légal, comptable et de distribution logique du travail) et ensuite, il faut identifier le besoin d'avoir un regroupement logique dans une organisation de plusieurs sites.

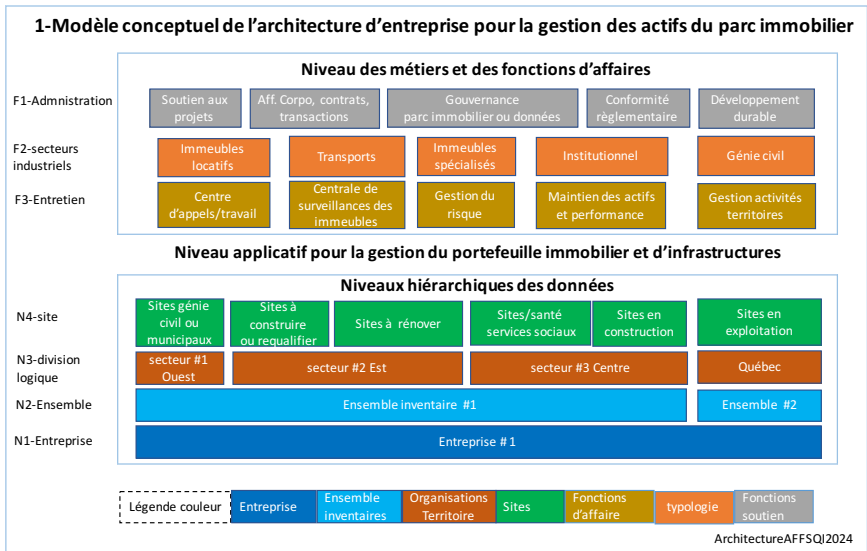
La création de site différents permet d'acheminer les différentes demandes provenant des centres d'appels et de créer des bons

⁵² référence Ibid, page 1,

de travail (Work orders) pour les faire parvenir aux équipes de maintien des actifs. Ces bons de travail permettent de gérer les inventaires en fonction des divisions logiques (organisation).

L'architecture d'entreprise servira de liant entre les grandes fonctions d'affaires (métiers) de l'entreprises et les applications associés a la gestion gestion du portefeuille immobilier.

8.5 Schéma conceptuel d'une architecture d'entreprise en gestion d'actifs immobiliers



L'architecture d'entreprise⁵³ présentée dans le schéma précédent comprend une hiérarchie des niveaux de données (N) dans l'application du portefeuille de gestion des actifs immobiliers et des hypothèses au sujet des fonctions d'affaires (F). Le niveau applicatif pour la gestion des actifs, vous est présenté aux chapitres 14 à 20.

N1-Le regroupement des informations sur le niveau d'entreprise,
 N2-L'ensemble qui permet permet de regrouper l'inventaire,
 N3-Les secteurs géographiques des fournisseurs l'organisation,
 N4-Les sites qui contiennent des actifs immobiliers,

⁵³ Voir l'explication sur le contexte, dans le glossaire : architecture d'entreprise.

Le niveau applicatif : voir chapitres 14 à 20.

- F1-Les services administratifs pour la gestion des actifs,
- F2-Les secteurs d'activités économiques associés aux actifs,
- F3-La description des centres de travail.

Ce schéma conceptuel permet d'envisager différents scénarios d'implantation d'une approche multi-organisations et multi-sites qui sera comprise dans un portefeuille d'actifs immobiliers.

8.6 Scénarios d'implantation de la suite applicative pour la gestion du portefeuille de gestion des actifs immobiliers.

Dans tous les scénarios d'implantation d'une suite applicative de gestion des actifs immobiliers, il y a lieu de préciser qu'il y aura au préalable une architecture d'entreprise qui sera définie et utilisée pour permettre d'asseoir la suite applicative.

Une première hypothèse d'implantation de la suite pourrait donc être : la création de sites multiples (N4) qui seront associés aux opérations régionales de l'organisation (N3) qui utiliseront les équipements provenant d'un inventaire commun (N2) dans une seule base de données (N1). Un deuxième ensemble peut être créé pour une deuxième entité légale avec son inventaire, son organisation et ses sites en exploitation.⁵⁴

Au niveau des fonctions d'affaires, il est possible d'imaginer une répartition territoriale des centres d'appels (3) ou un centre d'appels unique. La première société qui est composée de trois divisions logiques, comprend des activités dans quatre grands secteurs : **Immeubles (2), transports, l'institutionnel et le génie civil**. Il pourrait y avoir un centre de pour l'ensemble des actifs du portefeuille de la deuxième société.

Une deuxième hypothèse d'implantation de la suite applicative, pourrait faire suite à l'identification d'un problème de gestion de l'inventaire. La présence de près de 1000 actifs immobiliers présuppose qu'il y a un important inventaire d'équipements ou de pièces ou de services à rendre.

⁵⁴ https://www.sqi.gouv.qc.ca/fileadmin/a_propos/comite-direction-et-organigramme/organigramme.pdf

L'utilisation d'un seul ensemble d'inventaire centralisé pour les employés des centres d'appels/travail pourrait poser un problème dans la recherche d'équipements. **Une répartition de l'inventaire par typologie (secteurs industriels) permettra alors de simplifier les recherches.** Cette approche impliquera une division logique en ligne avec les secteurs industriels de l'entreprise.

Une troisième hypothèse d'implantation pourrait aussi être l'implantation d'un seul secteur immobilier d'une entreprise. **On peut penser par exemple a une ville importante qui gère plusieurs infrastructures de réservoirs d'eau avec un ou des réseaux de distribution de l'eau.** Le territoire est si important qu'il sera divisé en zones territoriales d'un réseau de distribution des eaux.

Il serait imaginable de débiter la mise en place d'un gestionnaire d'actifs immobiliers en implantant dans un premier secteur d'infrastructure immobilières, « le traitement de l'eau » avec la création de sites multiples (réservoirs) ou de réseau de distribution (N4) qui seront associés aux opérations des secteurs géographiques de l'organisation (N3) qui utiliseront les équipements provenant d'un inventaire commun (N2) dans une seule base de données (N1).

Au niveau des fonctions d'affaires, il est possible d'imaginer un centre d'appels unique. La ville qui est composée de trois divisions territoriale logiques, comprend des activités dans plusieurs types d'infrastructures de génie civil.

Vous pourrez voir un exemple d'implantation d'une solution des gestion des actifs immobiliers d'une ville qui gère des actifs pour le traitement des eaux à [l'annexe 1](#).

En conclusion pour ce chapitre : Avant d'avoir une cartographie des actifs, il y a lieu d'avoir une idée de l'architecture d'affaires de l'entreprise qui sera responsable de gérer le portefeuille d'actifs.

L'orientation de l'architecture d'entreprise devra être confirmée dans le dossier d'affaires en vue de la mise en place de la suite applicative de gestion de portefeuille d'actifs immobiliers par la suite.

9 - LA CARTOGRAPHIE DU PATRIMOINE, BESOINS DE COORDINATION DE LA QUALITÉ DES DONNÉES, LA CONFORMITÉ ET LA TAXONOMIE DES COUPLES D'ACTIFS PHYSIQUE-NUMÉRIQUE

Lorsqu'il y a un seul propriétaire avec ou sans utilisateurs délégués des actifs tant numériques que physique, il n'est pas requis d'avoir un accord de non-divulgateion.

Avec la venue de la méthodologie BIM et la mise en place de l'initiative IQC 4.0 du Québec, la création d'un portefeuille d'actifs physique doit être accompagné d'une cartographie du patrimoine numérique. Cette cartographie permet de définir le modèle de données qui sera utilisé dans la plateforme de gestion des actifs.

9.1 La taxonomie du couple physique-numérique (PN) des actifs d'un portefeuille immobilier

Une étude de Samiam Danari et d'Érik Poirier parrainée par le GRIDD a été complétée en 2023. Cette **étude a été réalisée sur le sujet du couplage** afin d'identifier les dimensions et les caractéristiques nécessaire à l'utilisation d'un couple «physique-numérique» d'actifs construits qui seront inclus dans un portefeuille immobilier.

Des notions de taxonomie du couple physique/numérique précédent et permettent de créer la structure de cette cartographie. Il faut alors savoir si les données opérationnelles ont été prévues dans la conception du jumeau numérique. Si elles ne sont pas présentes, il faudra savoir si les mécanismes de collecte (IoT) sont en place et alors les inclure avant de pouvoir utiliser le jumeau numérique pour y inclure des données opérationnelles.

Idéalement, la taxonomie et le contrat peuvent servir à définir quelles données opérationnelles seront incluses dans le jumeau

numérique. Des données qui proviennent des capteurs pour mesurer la consommation de l'énergie (Gaz, électricité, mazout, consommation de l'eau, et volume de matières résiduelles, etc.). Nous en reparlerons au chapitre 13.

9.2 La cartographie physique et numérique du patrimoine immobilier sous gestion

Un patrimoine d'actifs immobilier est composé, d'éléments d'actifs physiques qui seront accompagnés de plans d'architectes, d'autres types de plans et bien sûr pour des actifs construits plus récemment, de maquettes numériques [jumeau]. Ce patrimoine fera partie d'un portefeuille immobilier articulé autour de la gestion du cycle de vie des actifs qu'il comprend.

L'organisation pour réaliser cette cartographie, il, elle utilisera une plateforme qui permettra la gestion des actifs immobiliers. Il y a une **notion de la portée d'utilisation de l'infrastructure publique** (ingénierie civile, transports, gestion des eaux, bâtiments).

Des notions de valeur de l'actif et de propriété de l'actif devront être présentes. Date de production, date de construction, date de livraison, nom du GRT, nom du maître d'oeuvre, noms des firmes de conception ou de construction, etc.

Il peut y avoir un regroupement des actifs (couples) sous le nom de l'organisation qui les détient. Il y aura aussi des actifs (non-couple) qui seront présent dans le portefeuille immobilier.

9.3 Le CNRC, un exemple de gestion d'un ensemble de biens immobiliers⁵⁵

J'ai retenu l'exemple de l'organisme fédéral du CNRC qui a récemment fait l'objet d'un audit qui a été préparé par le Bureau de la vérification et de l'évaluation du Conseil national de recherches du Canada (CNRC).

⁵⁵ <https://nrc.canada.ca/fr/organisation/planification-rapports/audit-gestion-biens-immobiliers>

Le CNRC possède un parc immobilier avec une valeur de remplacement évaluée à 1,5 G, il a 275 immeubles et il possède un déficit accumulé d'entretien de 175 millions \$.

L'âge moyen des bâtiments est de 49 ans. La valeur des investissements en entretien en 2020 était inférieure à 1 % de la valeur de remplacement. L'indice d'états des installations (IEI) pour le parc immobilier était de moins de 15 % soit un peu en bas du milieu de la plage « mauvais » (11 à 30 %) selon les données de la note en bas de page précédente. Cet indice (IEI) possède les mêmes valeurs que celles utilisées par la SHQ.

En utilisant ces données, il est possible d'évaluer les besoins financiers non comblés et de communiquer les besoins financiers aux principaux intéressés.

Tableau 4 : Portefeuille immobilier des coopératives = 1 G\$

Année de référence	Actifs valeur de remplacement coopératives	Investissement recommandé annuellement 4%	Investissement réalisé au niveau de l'entreprise
2021	1,5G\$(*)	60 M\$? M\$

(*) Valeur de l'actif + déficit d'entretien = valeur totale hypothèse : 1G\$ + 500 M\$ = 1,5G \$.

9.4 Les pratiques de gestion de l'industrie en termes d'entretien des immeubles.

À titre d'exemple, le CNRC possède une politique sur la gestion des biens immobiliers et un cadre de gestion qui découle de cette politique.

La principale pratique de l'industrie concerne le taux d'investissement pour l'entretien des immeubles (IEI).

« Les directives du Conseil du Trésor sur la gestion des biens immobiliers et les pratiques exemplaires de l'industrie recommandent un taux d'investissement qui équivaut à 4 % de la valeur de remplacement (soit 2 % pour les réparations et l'entretien et 2 % pour les rénovations) pour un bien immobilier typique. Cela n'englobe pas les coûts de

fonctionnement (c.-à-d., le coût des services publics [eau et énergie] et des impôts fonciers). ⁵⁶»

Dans son rapport d'audit interne, le CNRC a émis les recommandations ou des avis pour les points suivants:

1. Cadre de gestion des biens immobiliers;
2. Risque associés à l'âge des biens;
3. Risque associés au financement des projets;
4. Évaluation de l'état de l'ensemble immobilier;
5. Établissement des besoins futurs;
6. Modèle standardisé de gestion des biens immobiliers; Il doit comprendre des mesures;
7. Modèle de mesure du rendement;
8. La gestion du cycle de vie de l'immeuble;
9. La gestion des fonds et des réserves;
10. La présence d'un répertoire de service et normes sur les niveaux de services;
11. La gestion uniforme des données pour l'ensemble des intervenants;
12. Méthode de planification uniforme.

Il est aussi possible d'ajouter un treizième point à cette liste, point que nous allons discuté un peu plus loin au sujet de **13. l'état de détérioration des actifs dû aux changements climatiques.**

9.5 La gestion d'un portefeuille d'actifs immobiliers.

La gestion d'un portefeuille d'actif peut se séparer en deux parties soit 1- l'acquisition de nouveaux actifs et 2: l'entretien ou la réhabilitation des actifs actuels (le patrimoine).

Dans le cas de l'entretien ou de la réhabilitation, que faut-il faire ?⁵⁷

⁵⁶ Audit de la gestion des biens immobiliers, CNRC, 2021, page 7, lien de téléchargement <https://nrc.canada.ca/sites/default/files/2021-11/arpm-2021-f.pdf>

⁵⁷ <http://www.infrastructures.com/0899/jclab1.htm>

« L'exploitation consiste à assurer avec fiabilité et qualité le service rattaché à une infrastructure donnée. L'entretien se définit selon trois manières échelonnées dans le temps. **L'entretien régulier et d'urgence** qui sont des activités budgétisées et **l'entretien préventif** (réhabilitation) qui est seulement budgétisé par projet (ponctuel dans le temps). Il faut se rappeler que l'entretien représente l'activité essentielle du système. De ce fait, la priorité des interventions d'entretiens réguliers, d'urgences et préventifs sont directement **liés aux critères de performances du système.** »

Il est possible de déterminer trois niveaux d'interventions :

1. intervention intuitive.
2. intervention basée sur l'état actuel.
3. intervention basée sur l'état futur.

Selon l'auteur, le 3e type d'intervention sera basé sur l'utilisation d'une méthode qui permet la prise en compte des risques de défaillance suite à la prévision de l'état futur qui sera déterminé avec l'aide des modèles stochastiques et déterministes.

Les deux prochains modèles ainsi que la connaissance des critères de performance peuvent servir à réaliser l'entretien régulier et l'entretien préventif.

9.6 L'utilisation d'un modèle de détérioration des infrastructures dans la gestion des actifs immobiliers⁵⁸

Cette thèse du domaine des sciences appliquées a été écrite en 2012. Bien sûr à cette époque, l'utilisation d'un jumeau numérique n'était pas possible puisque cette approche n'était pas disponible commercialement. Aujourd'hui, c'est possible d'intégrer cette approche dans un portefeuille d'actifs sous gestion.

Le modèle de détérioration utilise une approche de simulation prédictive. Il vise essentiellement trois types d'infrastructures : transport, bâtiments et de la gestion des eaux (égouts et aqueducs).

⁵⁸ https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/33410/1/Ens_Abra_M_201211_MASc_thesis.pdf

Avoir une **cartographie du patrimoine** implique que l'on connaît l'état de détérioration physique ou d'usure des actifs que l'on possède.

Le personnel du **bureau de la responsabilité financière (BRF) de l'Ontario** a publié en 2021/2022 un document sur le sujet intitulé : Chiffrer les impacts du changement climatique sur l'infrastructure publique.⁵⁹ **Le BRF utilise elle modèle de détérioration des actifs immobiliers.**

Ce document du BRF a été préparé par la firme WSP et couvre deux types d'infrastructures : les infrastructures de transport en commun et les infrastructures d'aqueducs et d'égouts publics. Certains dangers climatiques ont été exclus de l'étude, comme les tempêtes de verglas et les tempêtes de vents. Le Québec est souvent touché par des tempêtes de verglas comme on a pu les constater lors du verglas d'avril 2023 aussi en 2024 avec les problèmes des haubans glacés du pont Samuel de Champlain qui ont perturbé le fonctionnement du REM.

Le modèle de détérioration des infrastructures vise à identifier les impacts financiers sur l'infrastructure publique. L'étude a été réalisée sur le portefeuille d'installations et de bâtiments public de l'Ontario qui est évalué à 254 G\$.

Le BRF évalue qu'une somme annuelle de 10 G\$ [+ 2 % du total] sera requise pour un entretien pour un fonctionnement normal en présence d'un climat stable pour un total de 799 G\$ pour la période 2022-2100. Un calcul du coût total par type dépenses a été réalisé comme suit. 296 G\$ pour l'entretien et l'exploitation (4 G\$ par année) et 503 G\$ pour la remise en état et la réfection.

Par la suite, trois hypothèses de scénarios de changements climatiques sont proposées en tenant compte des émissions de GES, faible (1,6 degré C de hausse), moyen (2,3 C) et élevé (4,2 C). Il est question d'adaptation aux changements climatiques et des coûts additionnels que cela entraîne.

L'utilisation des résultats produits par l'emploi des modèles de détérioration des actifs (5) pré-conçus par le fournisseur de

⁵⁹https://www.fao-on.org/web/default/files/publications/EC2105_CIP1_Buildings/CIP1_Buildings_Briefing_Deck_FR.pdf

MAXIMO pourra être intégrée dans la rédaction d'un plan quinquennal d'entretien des infrastructures ou des immeubles sous gestion en autant qu'ils soient applicables au modèles d'affaires de l'organisation qui les utilisera.

D'autres modèles peuvent être développés par des équipes de scientifiques pour de nouvelles catégories d'infrastructures ou des besoins d'affaires spécifiques, comme l'a fait la firme d'ingénierie WSP avec le BRP.

9.7 Le portefeuille d'actifs physiques ou numériques sous gestion

Le portefeuille immobilier permet de regrouper dans un seul dépôt numérique, l'ensemble des propriétés, des membres d'un regroupement d'OSBL ou d'une organisation qui gère des actifs comme la SQI. Plusieurs raisons peuvent inciter une organisation à mettre sur pied un portefeuille immobilier.

Parmi ces raisons, la diversification du portefeuille permet de gérer le risque à la volatilité des marchés ou de l'économie.

La diversification comprend 5 facteurs.

1-la localisation géographique,

2-le secteur d'activité,

3-la classe d'actifs,

4-le nombre d'immeubles ou maquette numérique au portefeuille,

5-l'état d'entretien des immeubles/infrastructures.

Une autre raison serait de respecter la réglementation de municipalité au sujet des émissions des GES (à Montréal, c'est le règlement 21-042) et des critères LEED ou critères ESG qui sont associés aux immeubles ou aux infrastructures.

10 - LA GESTION DU RISQUE DU PORTEFEUILLE IMMOBILIER ET COORDINATION DE LA CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE

Pour parvenir à une gestion d'ensemble de la **Conformité réglementaire** cohérente, coordonnée et efficace, le gestionnaire du portefeuille d'actifs immobiliers doit définir un **cadre formel de gestion de la politique de conformité réglementaire**.⁶⁰

10.1 La gestion du risque dans le domaine de l'immobilier

Selon l'Office de la banque française du Québec⁶¹, pour réaliser la gestion du risque, il s'agit d'un :

« Ensemble des activités qui consistent à recenser les risques auxquels l'entité est exposée, puis à définir et à mettre en place les mesures préventives appropriées en vue de supprimer ou d'atténuer les conséquences d'un risque couru. »

Une entreprise est confrontée à plusieurs types de risque. Par exemple, le risque financier, le risque organisationnel (RH), le risque informationnel et, si l'on détient un ou des actifs immobiliers, le risque associé à la gestion d'un portefeuille d'actifs immobiliers comprenant des infrastructures.

⁶⁰ Inspiré de l'INRS, <https://inrs.ca/wp-content/uploads//2020/06/POL-Conformite-Reglementaire-VFP.pdf>

⁶¹https://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/terminologie_risque/gestion_risque.html

10.2 La gestion du risque financier

La gestion du risque financier peut être utilisée pour atténuer les risques associés aux crédits hypothécaires et aux risques de marché immobilier.

Les emprunts hypothécaires et le marché immobilier avec les hausses de taux constituent des risques bien réels. Une bonne gouvernance au sujet de la capitalisation peut aider à diminuer ces risques et à constituer une réserve financière.

10.3 Le gestion de la qualité des données

Il est question d'uniformité et de la présence des données dans les différents modèles. Leur absence, ou le manque d'uniformité des données soulèvera la question de la gouvernance à l'organisation au sujet risque informationnel ou du risque d'atteinte à la réputation.

10.4 Les normes canadiennes d'information sur la durabilité⁶²

La firme PWC a publié un article sur la mise en place de nouvelles normes d'informations sur la durabilité en mars 2024.

Les normes prennent forme au Canada. Le Conseil des normes internationales sur la durabilité (ISSB) qui relève de l'IFRS Foundation (normes internationales pour la divulgation des informations comptables en utilisation au Canada et au Québec)

Il s'agit des normes IFRS S1 et S2. Ces normes visent à la présentation uniforme des informations aux investisseurs et autres utilisateurs de cette information (NCID). La première norme NCID 1 concerne les obligations générales en matière d'information sur la durabilité et la deuxième NCID 2 traite des informations à fournir sur les changements climatiques. Ces normes canadiennes s'alignent sur les normes internationales IFRS.

⁶² <https://www.pwc.com/ca/fr/today-s-issues/environmental-social-and-governance/insights/need-to-know-about-csds.html>

La date d'application anticipée de ces normes a été reportée au 1er janvier 2025. Il y aura aussi un allègement transitoire de deux ans concernant les informations à fournir pour le champ d'application no 3 qui commencera en janvier 2027.

Une tendance mondiale se dessine vers une présentation obligatoire d'informations sur la durabilité. Les compagnies qui choisiront de publier des informations, devront revoir leurs processus d'information pour bien cerner leurs axes prioritaires, en déterminer leur importance relative et recueillir les données nécessaires.

Dans ce cadre, il y aura lieu d'examiner le périmètre de présentation des informations, l'intégration du concept de durabilité dans le processus global de gestion des risques. Il y a du pain sur la planche et selon les auteur.e.s, il est bon de commencer à se préparer maintenant.

10.5 La conformité règlementaire [21-042] sur la divulgation et la cotation des émissions de GES à Montréal⁶³

La ville de Montréal est entrée dans la gestion des émissions de GES comme beaucoup d'autres villes. Elle règlemente donc la production d'un bilan énergétique des bâtiments situés sur son territoire.

Le 27 septembre 2021, la Ville de Montréal adoptait le Règlement sur la divulgation et la cotation des émissions de gaz à effet de serre des grands bâtiments (Règlement 21-042) afin d'encourager les propriétaires de bâtiments existants des secteurs commercial, institutionnel et multilogements à améliorer leur efficacité énergétique et à diminuer leurs émissions.⁶⁴

Cette divulgation doit être effectuée au plus tard le 30 juin de chaque année. Ces informations servent à dresser un portrait des émissions de GES.

⁶³ Extrait de l'essai intitulé Le développement industriel du logement communautaire au Québec, page 71 et 72, auteur Gilles Thériault

⁶⁴ https://portail-m4s.s3.montreal.ca/pdf/guide-espm_r21-042_vdmtl.pdf

Trois secteurs sont visés soit :

1 - le commercial.

2 - l'institutionnel.

3 - le résidentiel grand logements.

Son application se fait en trois temps : 2022 pour les immeubles de 15 000 mètres carrés (MC), 2023 pour les surfaces de 5000 MC ou de 50 logements et plus et 2024 pour les surfaces de plus de 2000 MC ou de 25 logements et plus.

La ville recommande d'utiliser un outil simple à utiliser, soit le gestionnaire de portefeuille immobilier Energy Star. (ESPM).

L'utilisation d'ENERGY STAR Portfolio Manager dans le contexte du Règlement de « du Règlement de la Ville de Montréal 21-042 sur la divulgation obligatoire des données de consommation énergétique;

C'est la collecte de l'information qui pourra être compliquée à faire. L'utilisation de l'outil permet de documenter chacun des bâtiments dans un ensemble qui constitue le portefeuille immobilier de l'organisation.

Il faut entrer les informations exigées par le règlement dans l'outil proposé par la ville (adresse, type d'utilisation du bâtiment, superficie associée au type d'utilisation et données de facturation de vos fournisseurs d'énergie, etc.) avec l'aide du Guide ESPM de produit par la ville de Montréal. Une fois que la consommation de l'immeuble sera documentée et les données vérifiées dans le portail ESPM, la ville fournit un outil de déclaration.

Le portail ESPM est un outil d'analyse comparative du rendement énergétique qui permet de suivre et comparer le rendement énergétique des bâtiments. L'outil a été développé par l'Environmental Protection Agency des États-Unis, mais a été adapté au contexte canadien par Ressources naturelles Canada. L'outil est gratuit, bilingue, permet l'entrée de données selon le système métrique et inclut les données météo des principales stations météorologiques canadiennes.⁶⁵

⁶⁵ https://portail-m4s.s3.montreal.ca/pdf/vdm_guide_application_r21-042_2022.pdf

Le Règlement est la première étape (divulgation) d'un système de divulgation, cotation et performance.

La divulgation consiste à mesurer la consommation d'énergie d'un bâtiment et à la partager avec l'autorité compétente.

La cotation consiste à situer un bâtiment sur une échelle prédéfinie à l'aide d'objectifs de réduction d'émissions de gaz à effet de serre ou d'amélioration de l'efficacité énergétique et de le comparer à des bâtiments similaires.

La performance consiste à exiger l'atteinte d'une norme de performance à des dates déterminées selon le type d'utilisation du bâtiment.

La Ville de Montréal publiera les informations sur émissions de GES de chacun de ses bâtiments de 2000 m² et plus. **La ville encourage de faire une vérification interne ou externe avant d'envoyer les données.**

L'utilisation de la plateforme et du cadre de travail ESPM permet d'avoir une partie de l'information utilisée dans la production des rapports ESG.

10.6 La gestion des risques associés aux changements climatiques

Selon le BISF⁶⁶, le risque associé aux changements climatiques est principalement associé au secteur financier du Canada. Un gestionnaire d'un portefeuille d'actifs immobiliers sera aussi touché, dans une moindre mesure par les changements climatiques.

Comme je l'ai mentionné au chapitre 9.6, le BRF et l'Ontario gère un portefeuille d'actifs immobiliers important, les employés effectuent une gestion des risques liés aux changements climatiques en utilisant un modèle d'étude de la détérioration des actifs immobiliers. C'est dans ce contexte que j'ai inclut la gestion du risque liés aux changements climatiques dans cette section.

L'autorité des marchés financiers propose ce contexte:

⁶⁶ <https://www.osfi-bsif.gc.ca/fr/consignes/repertoire-consignes/gestion-risques-climatiques>

« Selon le Forum économique mondial, les risques liés aux changements climatiques comptent depuis plusieurs⁶⁷ années parmi les plus importants pour l'économie mondiale. Étant donné leur probabilité de survenance et leurs impacts potentiels, ces risques sont réputés d'ordre systémiques puisqu'ils représentent une menace réelle à la stabilité du secteur financier. »

Il est aussi question d'une définition et une typologie du risque associé aux changements climatiques.

1. Il y a les risques physiques et de transition (sobriété carbone)
2. Les risques découlant de ces deux premiers :
 1. risques d'assurance, risques de crédit, risque de liquidité, risque de marché, risque de placement, risque de réputation, risque de responsabilité, risque opérationnel (juridique) et le risque stratégique.

Il y a une approche de gestion du risque qui est préconisée en fonction de la taille de l'organisation, l'achat d'assurances.

Il y a quatre axes d'étude qui sont préconisés par l'Autorité des marchés financiers, soit :

- 1-L'importance accordée aux changements climatiques,
- 2-Évaluation des risques liés aux changements,
- 3-Gouvernance et processus d'affaires liés aux changements,
- 4-Encadrement et divulgation des risques liés aux changements.

⁶⁷ https://lautorite.qc.ca/fileadmin/lautorite/grand_public/publications/professionnels/rapport-changements-climatiques_fr.pdf

10.7 Le risque de non-conformité aux critères ESG

« Concrètement, les nouvelles exigences des investisseurs peuvent prendre plusieurs formes. [Ce n'est pas homogène, déplore Geneviève David Watson, directrice ESG et développement durable chez Groupe Montoni. Le plus souvent, ça va prendre la forme d'une mesure carbone, pour laquelle il y a des normes. Mais il y a d'autres objectifs ESG, comme l'équité, la diversité et l'inclusion, qui sont plus difficiles à mesurer.] »

« La liste de critères ne s'arrête pas là. Elle peut inclure la gestion des matières résiduelles, la santé sécurité, la gestion de l'eau, la cybersécurité, la biodiversité, la transparence, le bien-être des occupants, voire la composition du conseil d'administration ainsi que les compétences des administrateurs. Bien qu'il prône la carotte plutôt que le bâton, l'importance de cette approche est d'autant plus cruciale que les risques associés à la non-conformité aux critères ESG peuvent avoir des répercussions considérables sur la valeur des bâtiments. »

« Ce n'est rien ! Je vous dirais que dans cinq ans, les demandes seront plus exigeantes. On va vouloir connaître le bilan carbone intrinsèque et le bilan carbone opérationnel d'un nouveau bâtiment parce que les banques vont devoir présenter ces informations dans leurs rapports financiers », explique Philippe Hudon.⁶⁸

En conclusion pour ce chapitre : L'information ESG doit être complétée par l'utilisation de plusieurs méthodologies. **L'intégration des données ESPM dans un outil applicatif dans l'ensemble MAXIMO permettra d'englober les différents cadres de travail et méthodologies afin de produire un pointage ESG global pour chacun des trois champs d'application, c'est possible et c'est souhaitable ».**

⁶⁸ Voir Vert, 5 février 2024, par Jean-Sébastien Trudel, https://www.voirvert.ca/nouvelles/dossiers/passage-esg-obligation?oft_id=679903&oft_k=Yf5289hC&oft_lk=qK8zIE&oft_d=638581041147900000

Partie 4 — L'utilisation du jumeau numérique dans l'exploitation des actifs d'un portefeuille immobilier

Le rôle, que joue le jumeau numérique d'un actif, est central, dans le cadre de la conception/construction et aussi dans son exploitation.

Il permet pendant la conception, de réaliser diverses simulations, par exemple, la consommation de l'énergie, la ventilation, le chauffage et aussi l'état de détérioration d'un actif avec un progiciel et un modèle d'analyse approprié. Cette simulation permettra d'avoir l'information nécessaire pour réaliser un entretien préventif.

Vous verrez que, c'est tout d'abord dans la plateforme BIM, que les plans et la maquette numérique sera définie et que par la suite, **les différents plans** (architecte, ingénierie électrique, structure, civile, plomberie, incendie, ventilation chauffage, etc) **seront fédérés pour réaliser le jumeau numérique**. Ce jumeau numérique évoluera jusqu'à l'étape de la livraison ou de l'assemblage final du site à construire. Il s'agira alors du jumeau numérique tel que construit.

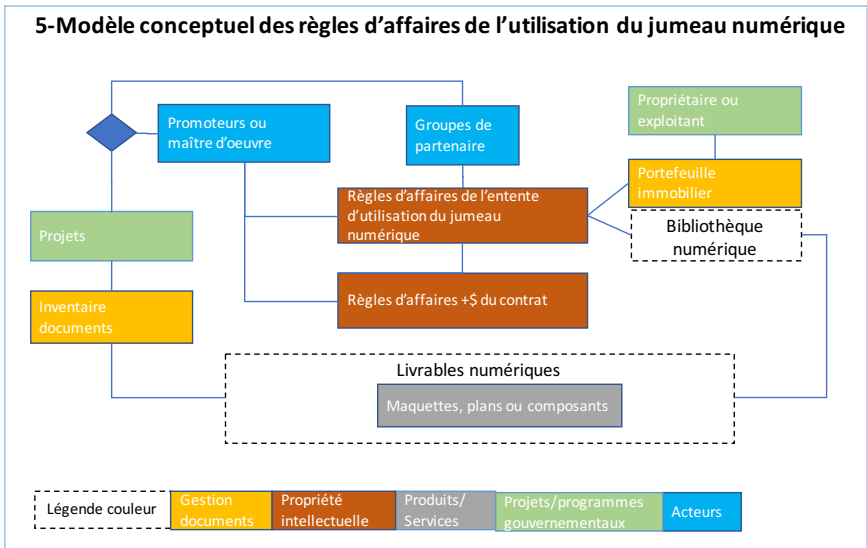
Si c'est prévu au contrat, le maître d'œuvre (MO) saura alors que des données opérationnelles viendront alimenter ce jumeau numérique. Si ce n'est pas prévu au contrat, il demeure possible d'accumuler ces données plus tard pendant la conception construction de l'actif dans la maquette numérique avec la plateforme BIM. Ou, plus tard, ce qui sera plus cher et plus difficile à réaliser en termes de \$ ou de temps, après le transfert du jumeau numérique, d'inclure ces données dans une plateforme de gestion des actifs immobiliers.

Dans tous les cas, il restera donc à réaliser l'opérationnalisation et la gouvernance de la qualité des données afin de permettre une exploitation efficiente des informations du jumeau numérique.

11 - CONSTRUIRE, EXPLOITER OU ENTREtenir LES ACTIFS D'UN PORTEFEUILLE AVEC L'AIDE DES JUMEAUX NUMÉRIQUES

Pourquoi avons-nous besoin d'une entente d'utilisation des données/objets du jumeau numérique ? Entente qui peut s'exprimer dans un contrat ou plus spécifiquement dans certains cas, dans un contrat de consortium numérique.

Pour convenir des droits des membres du groupe de partenaires au sujet de l'utilisation de la propriété intellectuelle des maquettes de projets [jumeau numérique], des plans d'architectes, des devis d'ingénieurs ou des composants ou autres devis des projets de construction résidentielle ou non résidentiel.



Il est prévu, lorsque c'est possible, de la réutilisation des maquettes de projet ou autres éléments de la bibliothèque numérique. La maquette de projet peut contenir un ou des plans des actifs avec ses caractéristiques et composants. Elle est réalisée par les partenaires qui sont membres du groupe de partenaires. Une fois cette réalisation complétée, la réutilisation est alors possible si le contrat le prévoit.

11.1 Réutilisation d'une maquette numérique de projets de développement immobilier

Il est possible d'imaginer qu'un autre promoteur puisse vouloir créer une maquette de projet différente tout en utilisant un plan de maison, d'un CPE, d'une maison des aînés, etc., qui a déjà été construite et qui répond aux besoins de son projet.

Il est donc question d'une mise en commun de maquettes ou de plans dans une bibliothèque numérique commune, d'où le besoin de la protection de la propriété des maquettes ou des plans de l'ensemble des partenaires, qui ont produits des plans, qui seront utilisés par l'organisation qui gère le portefeuille d'actifs.

J'ai proposé dans l'essai : **Projet de création d'une grappe industrielle en construction résidentielle à la CMM**, que les projets utiliseront les techniques de préfabrication en usine de composants/modules pour la construction de projets résidentiels ! Il s'agit d'un modèle conceptuel du point de vue numérique qui comprend l'utilisation d'une bibliothèque numérique de composants.

La construction traditionnelle ne fait pas toujours appel aux technologies de modélisation numérique du bâtiment. Il pourra y avoir la présence d'un actif physique sans jumeau numérique. Pour ce type d'actif, il sera décrit avec une règle de taxonomie.

Le concept de localisation est associé au type d'actif : physique ou intangible. Il y a des actifs tangibles comme un pont, un hôpital. Il y a aussi une notion de localisation d'un actif intangible⁶⁹ comme un campus universitaire ou une station d'épuration ou qui sont un ensemble d'habitations. Ces

⁶⁹ <https://facilities.fiu.edu/Documents/MaximoManuals/Maximo7AssetFundamentals.pdf>

localisations d'actifs intangibles peuvent servir dans les requêtes de recherche et servir d'accumulateurs de coûts dans une notion d'un modèle de données « parents-enfants ».

Dans le modèle numérique, **le concept d'actif est généralement représenté avec un actif (objet) tangible** qui vont avoir besoin d'avoir de l'entretien. L'actif possède une catégorie et une série d'attributs servant à le qualifier. Il y aura aussi une classification des objets qui permettra une recherche.

11.2 Utiliser les jumeaux numériques, avoir un accès à ces derniers ou ne pas les utiliser ?

En vue de bien se préparer pour la mise en place d'une infrastructure technologique qui utilise le MDB (BIM) de l'inventaire actuel, des plans d'architectes, des plans d'ingénieurs et autres plans d'autres spécialités qui sont fédérés dans les maquettes numériques, ces dernières doivent-elles faire parti ou non de la bibliothèque numérique du gestionnaire du portefeuille d'actifs.

Oui et Non, tout dépendra du besoin d'affaires de l'organisation. **Il devra y avoir règle d'affaire et une information à ce sujet dans le portefeuille immobilier.** La question de cette règle d'affaire est aussi financière, **est-ce que l'on désire investir pour concevoir et d'incorporer ces plans dans la plateforme de gestion des actifs immobilier dans le but de les réutiliser à nouveau, dans les projets à venir ?**

Cette bibliothèque comprend des éléments qui proviennent des différents partenaires. À qui appartient ou appartiendra les dessins, comment seront-ils utilisés, par qui, etc. ? Voilà quelques questions que l'on abordera dans ce texte.

11.3 La gouvernance des données.

Les plateformes numériques, qui utilisent la méthodologie BIM, possèdent un mécanisme qui permet de gérer l'intégrité des données qui composent la maquette numérique.

Le processus de conception/construction permet d'articuler la maquette numérique vers la production d'un jumeau numérique

d'un actif physique. Il est question de la présence d'un couple qui fonctionnera avec des règles et une logique spécifique. L'étape de la livraison permet de compléter le cycle de documentation du jumeau numérique (LOD500) et de l'intégrer à la plateforme de gestion des actifs immobiliers.

Une règle d'affaire pourrait être prévue au contrat pour assurer que la documentation du jumeau numérique soit complétée à 100% pour les informations des objets du niveau « tel que construit ».

Il faut alors savoir si les données opérationnelles ont été prévues dans la conception du jumeau numérique. Si elles ne sont pas présentes, il faudra savoir si les mécanismes de collecte (IoT) sont en place et alors les inclure avant de pouvoir utiliser le jumeau numérique pour y inclure des données opérationnelles.

Idéalement, la taxonomie et le contrat peuvent servir à définir quelles données opérationnelles seront incluses dans le jumeau numérique. Des données qui proviennent des capteurs pour mesurer la consommation de l'énergie (Gaz, électricité, mazout, consommation de l'eau, et volume de matières résiduelles, etc.).

En conclusion pour ce chapitre : Les informations opérationnelles seront utilisées, dans la gestion des facteurs ESG et surtout dans les différentes fonctions associées à la gestion du portefeuille immobilier. La gouvernance des données sera alors de s'assurer de leur présence dans les actifs, de la présence des mécanismes de collecte de ces informations et de la qualité de ces données.

12 - LE TRANSFERT (IMPORT/EXPORT) D'UN JUMENT NUMÉRIQUE DE LA PLATEFORME BIM VERS LA PLATEFORME DE GESTION DES ACTIFS AVEC UN EDC⁷⁰

Tout au long de cet essai, nous avons vu ensemble que les différents types d'actifs peuvent être conçus et inclus dans une plateforme technologique avec un EDC, un jumeau numérique. Le transfert (l'import) de ce jumeau sur une plateforme de gestion des actifs permettra d'ajouter un actif dans un inventaire des actifs sous gestion.

« Un EDC est aussi nommé CDE en anglais. Il est défini comme un espace basé sur le Cloud où les informations des projets de construction sont stockées et accessibles pour les participants au projet. Cet accès dépend des exigences des participants ou de leur niveau d'autorisation, ainsi que de leurs obligations contractuelles⁷¹... »

Un CDE est un élément essentiel d'un projet d'ingénierie ou de construction. Deux principaux résultats de l'utilisation d'un CDE sont la collaboration sur le projet et la gestion de l'information...

Le jumeau numérique est un concept clé pour la transition entre les différentes phases du projet.»

Il faut réfléchir au sujet que le transfert de l'EDC qui contient le jumeau numérique à l'EDC qui contient le portefeuille des actifs immobiliers est rendu nécessaire par le fait, qu'il y a plusieurs fournisseurs de plateforme qui utilisent la méthodologie BIM.

⁷⁰ <https://www.ibm.com/products/maximo/asset-management>

⁷¹ <https://www.oracle.com/ca-fr/construction-engineering/what-is-cde-and-bim/>

Que les plateformes BIM ne sont pas conçues pour une gestion opérationnelle des actifs immobiliers, qu'un fournisseur de jumeau numérique pourrait faire faillite, être racheté par un autre fournisseur ou encore changer son modèle d'affaires.

Chaque nouvel actif immobilier devra être accompagné de notions de géographie, de la qualité, de la quantité de l'actif, des acteurs en présence. Des précisions seront apportées dans les différentes phases du cycle de développement de ces actifs, ce qui fera en quelque sorte, qu'il sera nécessaire de l'accompagner d'une définition claire de ou des fonctions d'affaires de cet actif.

L'environnement de données centralisées (EDC) du portefeuille immobilier permet de réunir dans une même base de données, une variété d'actifs.

Il n'est pas réaliste de penser à développer un jumeau numérique dans la gestion d'un portefeuille d'actifs immobiliers, mais il est tout à fait possible une fois l'importation complétée de ce dernier, d'utiliser une visionneuse de jumeau numérique comme on le fait pour un fichier PDF.

Pour chaque plateforme BIM pour laquelle un jumeau numérique aura été développé, il sera possible d'utiliser un lecteur de jumeau dans l'environnement du gestionnaire du portefeuille d'actifs en plus des fonctions de visionnement de la plateforme de gestion des actifs.

C'est également les problématiques d'intégration associées à la collecte des données opérationnelles auxquelles il faudra aussi penser, pour le choix d'une plateforme de gestion des actifs. Nous en reparlerons un peu plus loin avec la discussion sur les services AWS.

La réputation d'excellence du fournisseur est aussi un autre élément à considérer dans un éventuel choix.

12.1 La richesse de l'information dans la maquette numérique [jumeau numérique]

Peu importe la plateforme technologique utilisée pour réaliser une ou des maquettes numériques d'un actif qui sera éventuellement

sous gestion, une chose est sûre, la richesse de l'information contenue permettra à tout utilisateur de ces informations de réduire le temps requis pour trouver une information précise pour un problème opérationnel à régler.

Chacun des corps de métier qui aura contribué à la conception/ construction de l'actif alimentera le modèle informationnel sous-jacent à la maquette. Les capteurs installés sur des équipements contribueront aussi à alimenter le modèle informationnel d'un actif sous gestion.

Ainsi, les informations des modèles de structure, d'électricité, de plomberie, de mécanique, de sécurité des incendies, de ventilation, du chauffage ainsi que des différentes configurations des aires de services et autres fonctions seront documentées de façon détaillée avec les normes de documentation appropriée.

On y retrouvera aussi, des informations sur la consommation des différents services qui peuvent être récoltées avec les mécanismes d'IoT.

12.2 Quelles sont au juste, les principales fonctionnalités de cette plateforme de gestion d'actifs?

Selon la documentation du fournisseur, il y a sept fonctions qui sont disponibles pour cette plateforme.

1. Un système d'entreprise pour la gestion des actifs, qui peut être comprise comme celui de la gestion d'un portefeuille d'actifs immobilier. Ces actifs peuvent relever du domaine public comme étant des routes, systèmes de transports, systèmes de gestions des eaux, ensembles immobiliers comme par des hôpitaux, des CÉGEPs, des CLSC, etc.
2. Un système de gestion des bons de travail.
3. Un système qui permet aussi de répondre au besoin de conformité au sujet des facteurs environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG).
4. La gestion du cycle de vie des actifs sous gestion.
5. La réduction des risques de sécurité et des coûts d'exploitation.
6. La gestion des problèmes opérationnels.
7. La gestion des émissions de GES et la production de rapports environnementaux.

12.3 La maintenance des actifs immobiliers.

Que ce soit de la maintenance donnée à contrat de façon ad hoc ou pour une durée plus longue, si le BIM est utilisé, il y aura un besoin de transfert (import/export) d'un jumeau numérique vers la plateforme de gestion des actifs.

12.4 Préparation au transfert d'un modèle numérique « jumeau numérique » dans le portefeuille d'actifs

Un modèle BIM est la représentation d'un actif immobilier tel que construit.

Ce modèle est créé durant la phase de conception-construction. Une extraction des informations du modèle peut être réalisée au moyen d'une conversion dans un format d'échange « Construction-Operations Building information exchange » (COBie) en vue de son importation dans la suite applicative MAXIMO⁷².

Cette importation peut être réalisée le plus près possible de la fin de la construction de l'actif afin de permettre son éventuelle exploitation. Il est aussi possible d'exporter ces informations pour un projet de rénovation.

12.5 Les différents environnements de travail d'une plateforme de gestion du portefeuille immobilier.

Tout système informatique d'une organisation est composé de plusieurs environnements informatiques. En général, un système informatique sera composé d'un minimum de trois ou quatre niveaux d'environnements : N1-le développement d'applications informatiques, N1A-Intégration d'actifs immobiliers⁷³, N2-les essais avant production et N3-La production. En général, le premier niveau aura plusieurs occurrences en fonction du nombre de projets en développement des projets informatiques.

⁷² <https://www.ibm.com/docs/en/mfci/7.6.2?topic=data-building-information-modeling-bim>

⁷³ Les environnements N1 et N2 ne devraient pas être utilisés en même temps dans une seule livraison (environnement mutuellement exclusif). Question de permettre de dépanner plus facilement en cas de problème d'une livraison

Il faut penser au fait que l'ajout d'un nouvel actif au portefeuille d'actifs n'est pas un projet de développement informatique à proprement parler, mais plutôt un ajout qui demandera plus de temps à réaliser que la consultation d'une jumeau numérique avec une visionneuse. Toutefois à cause de la complexité informationnelle d'un jumeau numérique, des mécanismes de collecte de l'information [IoT] au sujet des équipements ou des services, il y a lieu d'envisager l'utilisation d'un environnement d'intégration (N1A) qui passera par la phase d'essai et ensuite en production pour tout ce qui est des mécanismes de collectes et d'ajout d'actif au portefeuille.

Il est alors question de créer un espace de travail temporaire en intégration pour donner le temps de faire l'import, de faire les transformations nécessaires (COBie) et les ajustements nécessaires aux structures de données du jumeau (6D-7D) avant de passer en production.

Parmi les ajustements à faire, il y aura lieu de s'assurer que les données opérationnelles des équipements de l'actif pourront être utilisées lors de la mise en production selon un calendrier de collecte de l'information qui aura été prédéfini.

L'inclusion des mécanismes de collecte des données opérationnelles de cet actif s'intégrera dans un calendrier opérationnel qui sera associé aux programmes d'entretien et de maintien des actifs de la catégorie auquel cet actif appartient. L'ajout des données d'exploitation en fera un jumeau numérique opérationnel tel que je l'ai mentionné au schéma conceptuel no 1 qui vous a été présenté au chapitre 4.

En conclusion à ce chapitre : Le transfert des informations d'un jumeau numérique provenant de l'une des différentes plateformes BIM, vers le portefeuille immobilier avec son propre environnement de données centralisées (EDC), garantit la stabilité requise par le gestionnaire d'actifs immobiliers pour une exploitation à long terme de son portefeuille.

L'action d'effectuer un transfert est assez simple à comprendre, c'est davantage la grosseur du projet, la vérification de l'exactitude de tous les mécanismes de collecte de l'information qui font la complexité du jumeau numérique à transférer qui demandera du temps pour bien accomplir cette tâche.

13 - L'UTILISATION DU JUMENTU NUMÉRIQUE POUR L'EXPLOITATION OU L'ENTRETIEN AVEC L'AIDE D'UN GESTIONNAIRE DE PORTEFEUILLE D'ACTIFS IMMOBILIERS

La feuille de route en gestion de projet est comme la carte des sentiers que l'on consulte au départ d'un sentier de marche en forêt. Elle nous aide à comprendre les difficultés du parcours que l'on désire entreprendre.

Le projet de pilotage permet quant à lui de vérifier si les hypothèses de projet que l'on a formulées sont réalistes et réalisables. Sûrement, il y aura des ajustements qui seront requis, c'est la raison d'être du projet de pilotage.

La méthodologie du BIM permet de construire une ou des maquettes numériques d'actifs construits tels que livrés. Ces maquettes passent par la production de différentes versions. La dernière version est celle qui sera confirmée finale et pour laquelle on pourra dire qu'elle ne subira pas d'autres modifications. C'est ce qui fera en sorte d'avoir un jumeau numérique identique⁷⁴ à sa contrepartie physique. Le niveau de détail LOD500 « Tel que construit » sera donc présent et complété avant son transfert.

C'est pendant la création de la version (6D) que l'on pourra commencer à y intégrer des données opérationnelles qui serviront par la suite à produire les jumeaux numériques opérationnels ; 4D (temps), 5D (coûts), 6D (durabilité : ESG) et 7D (Gestion et entretien des actifs).

Afin de compléter la discussion du chapitre précédent sur les différents fournisseurs de plateforme EDC qui utilisent la BIM pour le développement des jumeaux numériques, je vous en propose trois qui ont participé à une conférence organisée par BIM-Québec en juin 2024.

⁷⁴ <https://biblus.accasoftware.com/fr/bim-7d-et-facility-management-la-gestion-et-l'entretien-des-actifs/>

13.1 Les différentes plateformes technologiques EDC pour le développement des maquettes numériques⁷⁵

Le thème de cette conférence du 20 juin 2024 est : **Les plateformes de partage de maquettes numériques.**

Cette conférence a été tenue dans les magnifiques locaux de l'ÉTS à Montréal. Quatre conférenciers ont présenté les sujets suivants :

Sujet 1 : Exemple d'optimisation du BIM et de publication pour les appels d'offres : la compagnie ConstrucBuy, avec BIM-5D et le BIM-Data.

Dépendant du mode de réalisation utilisé dans la conception d'un projet de construction, il n'est pas facile pour les entrepreneurs spécialisés qui n'ont pas une expérience préalable d'utilisation de la plateforme et de retrouver des listes détaillées de composants (LOD) qui ont rapport à sa spécialité. Dans ce contexte, bien comprendre la portée des travaux peut être difficile.

Afin de contourner cette problématique, la compagnie ConstrucBuy a mis en œuvre un progiciel avec un enrichissement qui comprend des aides à la lecture des données de la maquette pour en faciliter l'évaluation des coûts de construction d'un actif. Des sections ayant trait à une spécialité peuvent être choisies facilement à l'intérieur de la maquette. Un système de pointage aux objets similaires a été mis en place.

Le modèle numérique comprend des objets et des informations qui sont associés aux produits utilisés et à leurs prix. Ils sont utilisés à la production automatisée d'un devis avec prix total pour une spécialité donnée.

Les avantages de cette plateforme sont nombreux : la portée des travaux clarifiée, ils sont plus faciles à soumissionner, ça réduit les erreurs et ça donne un prix juste. Les objets sont liés à

⁷⁵ Extrait de l'article publié par G. Thériault, le 25 juin 2024 dans le réseau social LinkedIn.

l'information des produits/composants. Les livrables sont documentés par liste de niveau (LOD).

Lorsqu'il y a une publication d'une maquette dans le système SEAO du gouvernement, la compagnie offre une plateforme collaborative neutre qui est dans sa zone privée. Il y a création d'un dossier de projet pour permettre aux soumissionnaires de signifier leur intérêt de participer à l'appel d'offres.

La réponse de ces derniers permet de savoir à l'entreprise si un ou des soumissionnaires sont intéressés ou pas par le projet. Il s'en suit par la suite, de l'envoi d'invitations, de recevoir les réponses afin de pouvoir permettre aux différents partenaires de participer à l'appel d'offres.

Il y a eu une présentation d'un exemple d'un projet de construction de logements situés au 1295 La Prairie à Montréal. En plus des qualités fonctionnelles mentionnées précédemment, l'application prépare des bordereaux pour produire les bons d'achat des produits. Il s'agit d'utiliser un modèle volumétrique du projet qui permet de comprendre la portée des travaux.

Sujet 2 : Construire mieux ensemble : la compagnie Revizto et le progiciel Revit.

La plateforme permet de produire des maquettes numériques ou le passage du modèle 2D au modèle 3D est facile et intuitif. La navigation est facile et la fonction de révision est opérationnelle. Une fonction de visualisation des objets permet d'ajouter un gabarit d'apparence pour souligner une vue personnalisée dans une section de la maquette numérique. C'est utile pour les rencontres de coordination. Le processus de révision est simple à utiliser avec cette approche visuelle.

Il y a aussi un système d'étampes qui permet de représenter des éléments d'informations de type **méta-data** que l'on désire mettre en valeur pour fin de discussion ou de recherche dans le **modèle objet de la maquette**. Ces étampes peuvent aussi être associées à la détection des conflits.

Il y a aussi la possibilité d'utiliser la réalité augmentée (RA) du modèle qui sera superposé à la réalité. C'est simple à utiliser avec un téléphone cellulaire (IOS est mieux). Parmi les autres fonctionnalités intéressantes de cette plateforme, il y a la possibilité de produire un code QR pour chacun des objets ou des « issues » au sujet de la maquette numérique.

Des tableaux de bord et des rapports générés automatiquement permettent d'avoir facilement des informations sur différents aspects du projet. Pour terminer, un employé de la compagnie Pomerleau qui est un utilisateur de la plateforme, trouve qu'il est assez facile d'utiliser cette plateforme avec une courbe d'apprentissage raisonnable.

Somme toute, il s'agit d'une entreprise, Revizto qui possède une plateforme riche en fonctions, l'application est en constante évolution et elle est accompagnée par une solide équipe dynamique et professionnelle.

Sujet 3 : Les plateformes de partage numérique. Compagnie Laurence avec logiciel BlueBIM/SolidCad.

La discussion tourne autour de l'ingénierie civile qui selon le présentateur, cette branche du génie est souvent le parent pauvre des projets n'étant pas toujours inclus assez rapidement dans les spécialités qui font partie de l'élaboration d'une maquette numérique.

Les éléments de génie civil suivants doivent être considérés : accès aux routes, branchements aux différents réseaux, infrastructures, etc.

Il y a des fonctionnalités semblables aux autres plateformes technologiques de production de maquette numérique, la détection des erreurs qui peuvent intervenir entre deux spécialités est très utile.

Un exemple de réalisation a été mentionné avec le projet de conception de l'hôpital de Vaudreuil-Soulanges. En tout c'est plus

de 10,9 km de conduite souterraine à relier à l'hôpital. L'entreprise a choisi de réaliser l'implantation d'un nouveau workflow en hiver, une période plus propice parce que moins occupée sur les chantiers.

Le côté administratif est facilité, par l'utilisation d'un répertoire de rôle, des formulaires, un nombre limité de surveillants de chantier. Il y a aussi un fonctionnement sur l'application avec la mobilité (téléphone intelligent), et aussi la capacité de suivre plusieurs chantiers simultanément.

Il y a aussi la possibilité de verser des photos dans la maquette et d'avoir un suivi virtuel. C'est aussi facile d'effectuer un transfert de responsabilité sur le site à construire en mode collaboration ou en coordination des travaux. Il y a une traçabilité des actions. L'utilisation de drones permet d'effectuer des relevés en photogrammétrie ou en mode LIDAR. (Le sujet 4 de cette conférence est présenté au chapitre 19.3)

13.2 La question du transfert du jumeau numérique d'une plateforme BIM à une plateforme de gestion des actifs

Cette question est assez importante étant donnée l'importance et le volume des données que peut contenir un ensemble de maquettes contenu dans un jumeau numérique d'un actif construit.

L'utilisateur du gestionnaire de portefeuille d'actifs immobiliers qui est responsable du transfert du jumeau numérique vers le portefeuille d'actifs devra avoir les droits de se connecter à la plateforme EDC qui a servi à créer le jumeau numérique. Il, elle lui faudra déterminer si le niveau d'information du jumeau numérique 3D (LOD500) est présent et complet, pour ensuite y ajouter les couches informationnelles des programmes d'entretien et d'opération : 4D, 5D. Pareil pour les données associées aux certifications du modèle 6D.

Idéalement, le pilotage et les structures pour l'ajout des données [IoT] auront été prévues au contrat du projet.

13.3 Mise en oeuvre d'un jumeau numérique pour l'évaluation prédictive de la santé structurelle des infrastructures existantes⁷⁶

Le GRIDD a publié en 2023, un article sur l'intégration d'un jumeau numérique afin d'**optimiser les stratégies de gestion des actifs, réduire les coûts et améliorer les performances globales des actifs**.

Des techniques avancées permettent de prédire les défaillances ou la détérioration des actifs immobiliers et de minimiser les temps d'arrêt, en prédisant l'état futur d'une infrastructure et en permettant l'intégration des données en temps réel, le calcul et la prise de décision par le biais de la plateforme de jumeaux numériques. C'est utilisé dans le domaine de gestion des ponts (BMS)⁷⁷. Il existe un BMS pour le Québec⁷⁸ qui gère 9000 ponts.

Il est question de maintenance prédictive. Ces méthodes comprennent l'analyse des données de capteurs installés sur les ponts. Ces analyses permettent la prise de décision en temps réel dans le domaine des infrastructures. Une deuxième recherche du même groupe GRIDD⁷⁹ porte cette fois sur l'utilisation du jumeau numérique pour la surveillance du confort en temps réel des bâtiments grâce à l'intégration de BIM-IoT.

Cette fois ce sont des capteurs (IoT) « plug and play » qui ont été intégrés avec la maquette numérique d'un bâtiment dans une plateforme qui contient le jumeau numérique. Il permet d'utiliser un outil de surveillance du confort des occupants en temps réel. Le réseau recueille les données sur les variables environnementales qui sont cartographiées dans les pièces connexes de la plateforme avec les jumeaux numériques, en fournissant un aperçu en temps réel du confort thermique de chaque pièce.

⁷⁶ <https://gridd.etsmtl.ca/projets/digital-twin-implementation-for-predictive-structural-health-assessment-of-existing-infrastructure/>

⁷⁷ BMS = **Bridge management system** : <https://www.stantec.com/en/services/digital/bridge-management-system>

⁷⁸ <https://www.stantec.com/en/projects/canada-projects/q/quebec-bridge-management-system>

⁷⁹ <https://gridd.etsmtl.ca/projets/a-digital-twin-approach-for-real-time-comfort-monitoring-of-buildings-using-integration-of-bim-iot/>

13.5 La taxonomie du couple d'actif physique-numérique

L'étude de **Samiam Danari et d'Érik Poirier** a été parrainée par le GRIDD, a été complétée en 2023. Cette **étude a été réalisée sur le sujet du couplage** afin d'identifier les dimensions et les caractéristiques nécessaires à l'utilisation d'un couple d'actif « physique numérique » d'actifs construits qui seront inclus dans un portefeuille immobilier. En tout, il y a huit dimensions qui ont été proposées. En concluant leur article, les auteurs mentionnent que les **données du couplage doivent être identifiées dès les premières étapes d'un projet.**

Les auteurs ont décrit à l'aide de trois diagrammes une **structure informationnelle composée des trois contenants d'informations suivants** : documents, modèles, données. Ils contiennent les éléments suivants: Produits, Site, personnes, projets, équipements. Il possède les fonctions de couplage suivantes : **À construire** (spécification, acquisition), **tel que construit**(le couple et son utilisation). Viens ensuite la notion de facilitateur/capacité avec : hardware, le réseau et le software.

Ils utilisent deux niveaux de taxonomie qui sont associés au cycle de vie de l'actif. Le premier niveau comprend: information sur la nature des couples, les états, les utilités, les résultats, les impacts et les actions. **Le deuxième niveau** comprend : les mesures du couplage fonctionnel, la représentation des mesures de couplages, les facilitateurs de couplage.

« L'utilisation des caractéristiques de la taxonomie peut aider les décideurs à identifier les données qui doivent être couplées dès les premières étapes d'un projet. Il en résulte une meilleure gestion de l'information, une réduction du temps et des coûts pendant le processus de construction, et une extraction efficace des données des biens construits à des fins de réutilisation ou de recyclage. En effet, l'automatisation des systèmes repose en grande partie sur les taxonomies. Sans taxonomie, il serait difficile d'identifier ce qui est nécessaire à l'automatisation. »⁸⁰

⁸⁰ <https://gridd.etsmtl.ca/projets/an-investigation-of-the-coupling-of-the-physical-and-digital-assets-and-resources-across-lifecycle-stages-in-the-built-environment/>

13.6 L'utilisation des outils d'intelligence d'affaire « Power-BI ou de Cognos »

Enfin, ce dernier sujet⁸¹, porte sur la notion de BIM 6D dans l'industrie du patrimoine bâti à travers la lentille des systèmes de certification des bâtiments et des normes de durabilité. Il existe un grand nombre de normes avec des indicateurs et des systèmes de certification. Les auteurs étudient le rôle de la BIM et des jumeaux numériques dans la mise en œuvre des indicateurs dans un jumeau numérique de niveau 6D qui est associée au sujet de la durabilité (Voir la discussion au sujet de la cie VIM au chapitre 19.1 et 19.3).

L'utilisation d'outil tel que Power-BI ou de Cognos peuvent permettre, avec une certaine somme de travail, d'établir la correspondance entre le jumeau numérique fédéré et les informations sur les normes de calcul du carbone, de comprendre la distribution et la couverture des indicateurs de durabilité.

Une intégration plus poussée des applicatifs et SDBD de la part du fournisseur avec de l'intelligence d'affaire appropriée dans les plateformes de gestion des actifs, permettra de simplifier ce travail de produire des rapports au sujet de la conformité. Je vous en reparlerai de la conformité, un plus plus loin dans cet essai.

⁸¹ <https://gridd.etsmtl.ca/projets/reconceptualizing-the-notion-of-6d-bim-in-the-built-asset-industry-through-the-lens-of-building-certification-schemes-and-sustainability-standards/>

En conclusion pour ce chapitre : Les outils qui utilisent la méthodologie BIM sont bons dans ce qu'ils font, mais ils ne sont pas conçus pour la gestion de différents types d'actifs immobiliers. **Ils ne possèdent pas les fonctionnalités de gestion de portefeuille d'actifs que vous allez découvrir dans les 7 prochains chapitres.**

Dans les prochains chapitres, j'ai choisi d'utiliser un exemple concret d'une plateforme technologique pour la gestion d'un portefeuille d'actifs immobiliers. La plateforme MAXIMO est en utilisation commerciale dans plusieurs pays pour la gestion des infrastructures gouvernementales et autres types d'immeubles.

Ces deux types de plateformes technologiques (BIM et gestion des actifs immobiliers) se complètent bien, si on les utilise pour leurs qualités intrinsèques.

14 - MAXIMO - APPLICATION - SUITE (MAS)⁸² : LA PLATEFORME TECHNOLOGIQUE CONÇUE POUR LA GESTION D'UN PORTEFEUILLE D'ACTIFS IMMOBILIERS

Nous avons vu ensemble, dans les chapitres précédents, qu'il y a sur le marché, plusieurs plateformes technologiques BIM qui sont utilisées dans la conception de jumeau numérique d'actifs immobiliers. Je vous en ai présenté quatre.

Nous avons aussi discuté du **besoin de faire un transfert du, des jumeaux numériques, dans la plateforme de gestion du portefeuille d'actifs immobiliers** afin de profiter pleinement de l'ensemble des fonctionnalités développées par un fournisseur.

Les gestionnaires de grands portefeuilles d'actifs possèdent des actifs physiques qui pour certains auront un jumeau numérique et pour d'autres des plans 2D qui dateront d'une autre époque.

Cette situation exige donc la mise en place d'une plateforme pouvant contenir ces deux catégories d'actifs [avec et sans jumeau numérique].

Je vais vous présenter en détail le 4e niveau, du schéma conceptuel dans la prochaine section de ce chapitre. Il comprend les notions de portefeuille d'actifs, de gestion des opérations et du financement des programmes d'entretien des différentes catégories d'actifs. Un cinquième niveau permettrait de comprendre que les niveaux LOD100 et LOD200 sont documentés dans le dossier d'affaires et que le niveau LOD500 correspondent au « tel que construit » dans le schéma.

⁸² https://www.ibm.com/docs/en/announcements/maximo-application-suite-89-provides-enhancements-maximo-manage-maximo-monitor-maximo-health-maximo-predict-maximo-health-predict-utilities-maximo-visual-inspection-maximo-assist-maximo-optimizer-maximo-civil-infrastructure-maximo-mobile?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=Maximo Viibe web video assistance

14.1 Les principales fonctionnalités de Maximo Application Suite (MAS)

La suite d'application Maximo contient une série d'applications pour le **suivi du cycle de vie des actifs**, pour la gestion des actifs du point de vue de la maintenance prédictive et de la planification de la fiabilité des installations.

Il s'agit d'une application basée dans l'infonuagique « Cloud base » qui utilise de l'**Intelligence artificielle (IA)** l'**Internet des objets (IoT)** et des fonctions analytiques pour optimiser la performance, étendre les cycles de vie des actifs, de réduire les temps d'arrêt et les coûts d'exploitation.

La suite MAS supporte les concepts applicatifs associés aux : CMMS, EAM, APM et RCM en plus de faciliter l'installation et l'administration du système. La suite offre aussi une expérience utilisateur avec un partage des données et des flux de travail. Parmi les bénéfices offerts par l'utilisation de cette suite, il y a le contrôle des environnements complexes, l'uniformisation des opérations à travers le portefeuille d'actifs et de celle du personnel qui l'utilisera.

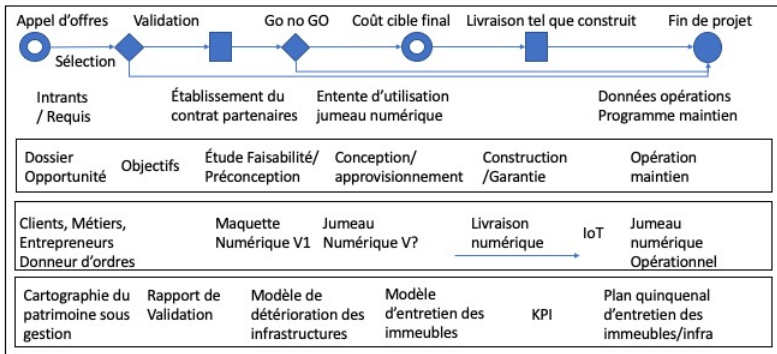
L'IA permet de suivre facilement les conditions de base des processus d'entretien et de prévenir quelques fois les problèmes avant qu'ils ne surviennent.

Le déploiement de la suite MAS permet la mise à l'échelle graduelle en installant des applications additionnelles. Il s'agit d'une facturation à l'utilisation des services consommés. Il y a la possibilité de consulter un catalogue de solutions prêtes à être utilisées. La suite offre aussi des **connecteurs** qui permettent l'intégration de données dans le MAS.

« Typically, IBM Maximo 7.6 supports 3 databases – IBM DB2, Oracle and Microsoft SQL Server. Out of these DB, Oracle is very popular database specially being used in Large or Mid-Size Organizations »⁸³.

⁸³ <https://eam360.com/mas-oracle-db2-conversion-how-to> .

Processus RPI / méthodologie BIM – ISO 19650



14.2 Explication sur le schéma conceptuel

1. Cartographie du patrimoine sous gestion
 1. La cartographie permet de connaître les différentes catégories d'actifs, leur nombre, leur localisation, etc.
2. Collecte des informations de performance
 1. À partir de la cartographie, il y a lieu de connaître les principaux indicateurs de gestion associés aux différentes catégories d'actifs. Ces indicateurs serviront aux différents modèles d'exploitation ou d'entretien.
3. Utilisation du modèle de détérioration des infrastructures
 1. Ce modèle permet de déterminer l'état de détérioration des infrastructures et aussi de prédire son évolution en tenant compte des changements climatiques ou de son utilisation. C'est utilisé pour permettre de gérer le cycle de vie des actifs d'infrastructures sous gestion
4. Utilisation du modèle d'entretien des immeubles
 1. Ce modèle permet de déterminer l'état de conservation des immeubles et aussi de prédire son évolution en tenant compte des changements climatiques ou de son utilisation. C'est utilisé pour permettre de gérer le cycle de vie des actifs immobiliers sous gestion.
5. Processus de planification financière en fonction de l'analyse produite par les modèles précédents
6. Production d'un plan quinquennal d'entretien des actifs basé sur les historiques informationnels
7. Production d'un plan annuel d'entretien des actifs

8. Ces deux processus suivront les résultats de la modélisation correspondante.

14.3 Maximo EAM et la notion de SaaS⁸⁴

Il s'agit d'une solution architecture SaaS qui permet la gestion des actifs, des ressources et des workflows qui utilise l'infonuagique.

La mise en place de cette solution de gestion des actifs passe par la planification de la structure des données afin de faciliter les processus de travail de l'organisation. L'application d'installation initiale (Initial configuration) permet et guide l'administrateur du système dans la mise en place des structures de données relatives aux actifs, à l'organisation, la structure comptable et le ou les sites.

Une fois accomplie cette tâche, il y faudra y ajouter la description de la localisation des actifs dans le gestionnaire des centres de travail (Assets Work Center). Par la suite, il faudra ajouter des utilisateurs et les rattacher aux différentes tâches d'administration des centres de travail. En tant qu'administrateur, il faudra utiliser l'application de configuration des requêtes de service⁸⁵.

Cet ensemble permet la mise en place de centre de travail virtuel (work Centres). Cette fonction de centre de travail (Work Centres) permet de réaliser les tâches suivantes :

- 1.Gérer le travail (du centre d'appel à un centre de travail)
- 2.Effectuer le travail
- 3.Analyser les données
- 4.Gérer l'inventaire
- 5.Configurer le centre de travail
- 6.Gérer la maintenance
- 7.Réaliser des inspections
- 8.Préparer des requêtes de service.

Il y a aussi la possibilité d'intégrer ou de recevoir des données à des applications externes avec des API.⁸⁶

⁸⁴ <https://www.ibm.com/docs/en/maximo-eam-saas?topic=product-overview>

⁸⁵ <https://www.ibm.com/docs/en/maximo-eam-saas?topic=setting-up-maximo-eam-saas-data>

⁸⁶ <https://www.ibm.com/docs/en/maximo-eam-saas?topic=integrating-data-external-applications>

Partie 5 – La gestion du cycle de vie des actifs du portefeuille et le besoin de communication au sujet des actifs immobiliers

Dans la partie précédente, j'ai précisé en quoi consiste l'utilisation d'une plateforme technologique qui est basée sur l'emploi de la méthodologie BIM, les normes ISO-19650 et d'une approche de qualité ISO 9001. Ces plateformes contiendront différentes versions des jumeaux numériques comme je l'ai mentionné précédemment. Elles sont utilisées par les spécialistes de la construction dans le cadre d'un projet de conception/construction d'un actif.

La question de l'accès au jumeau numérique se posera alors par le gestionnaire qui est responsable de l'exploitation des actifs. Vaut-il mieux avoir une copie de ce jumeau sur sa plateforme de gestion des actifs ou encore d'avoir, des droits d'accès aux actifs qui résident sur les différentes plateformes BIM des partenaires.

Comme la période d'exploitation des actifs est généralement très supérieure à la période de conception/construction, qu'arrivera-t-il si un partenaire fait faillite, change de plateforme technologique ?

Le gestionnaire d'actifs désire-t-il avoir une indépendance et une certaine confidentialité quant aux informations d'exploitation ?

Ce sont des questions qu'il faudra réfléchir dans le dossier d'opportunité (besoins d'affaires) et y répondre afin de les proposer et de permettre à la direction de prendre un décision d'affaires en vue de les mettre en place dans l'étude de faisabilité. Il y aura lieu aussi de déterminer la portée d'affaires de la plateforme technologique de gestion des actifs.

Il faut réfléchir à la gestion des actifs comme telle, à la gestion des flux de travail qui seront associés aux personnes, aux lieux (centre de travail) et aux informations de reportage au sujet des communications en matière de développement durable.

15 - MAXIMO - TRIRIGA : LA GESTION DES OPÉRATIONS ET DE L'ENTRETIEN DES ACTIFS

Il y a lieu de faire la distinction entre la suite applicative Maximo (MAS) et l'application TRIRIGA. Cette application est un concept de centre de travail intégré, pour le domaine de la gestion d'actifs immobiliers.

« TRIRIGA is an Integrated Workplace Management System (IWMS) helping enterprise real estate and facilities teams manage portfolios and assets throughout their lifecycle. »⁸⁷

La gestion d'un portefeuille d'actifs s'articule autour de trois concepts :

1. La gestion d'un portefeuille d'actifs (détermination du cycle de vie et système de gestion des actifs),
2. L'évaluation des actifs (gestion du risque, audit sur l'énergie et l'évaluation de la condition de l'actif, l'analyse financière et la documentation),
3. La planification de grands programmes de financement et la gestion de projet intégrée.

15.1 Les fonctionnalités de TRIRIGA

La suite Maximo permet de gérer le portefeuille d'actifs alors que l'application TRIRIGA permet d'enregistrer les activités d'entretien dans une application centralisée où elles sont réalisées et avec quel type de personnel.

L'application TRIRIGA possède les fonctionnalités suivantes :

- 1 - La planification et allocation du capital,
Gestion des priorités de financement des projets, etc.
- 2 - La gestion de la durabilité environnementale,
Critère de durabilité, priorisation de la durabilité dans le plan de construction, permettre l'efficacité énergétique avec les actifs « verts », intégrer des informations pour

⁸⁷ <https://www.ibm.com/products/tririga>

réduire la production de matières résiduelles, tracer les GES

3 - La gestion de la location des actifs du portefeuille,

4 - La gestion des opérations et de l'entretien,

That's why IBM has partnered with the global market leader in geographic information systems (GIS), Esri. This partnership gives you the combined power of TRIRIGA's comprehensive IWMS for real estate and facility management with Esri ArcGIS Indoors' complete indoor mapping system⁸⁸.

5 - La gestion de la planification de l'utilisation de l'espace.

Un exemple simple à comprendre peut-être illustré au moyen d'un bris d'un ascenseur. Parce que les actifs sous gestion possèdent des ascenseurs, il sera requis de produire une requête de travail dans l'application Maximo pour permettre de programmer une équipe qui sera responsable de réaliser l'entretien de cet équipement. Une application de gestion des flux de travail (TRIRIGA) peut-être intégrée à la suite applicative de Maximo

15.2 Les fonctionnalités « capacités » de TRIRIGA

Les fonctionnalités de TRIRIGA sont divisées en deux groupes:

1-Les planificateurs d'espaces :

la base applicative stratégique : Intégration CAD et BIM, la planification stratégique de l'espace, la prévision des besoins d'espaces, etc.,

la gestion interactive des espaces.

2-Les utilisateurs d'espaces.

Utilisation quotidienne, expérience améliorée (mobile, etc)

15.3 La connexion TRIRIGA à Maximo

La gestion des flux de travail pour l'entretien des actifs peut-être intégré à la suite Maximo avec l'aide d'un connecteur spécialisé pour cet effet.

La gestion des tâches sera assurée par l'utilisation du gestionnaire Maximo et de l'application qui gère la mobilité. La tâche à compléter sera d'intégrer les différents flux de travail dans le système des bons de commandes.

⁸⁸ <https://www.ibm.com/blog/esri-indoor-mapping/>

16 -MAXIMO - ENVIZI - HSE : LA GESTION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES ÉMISSIONS DE CARBONE AVEC LE CYCLE DE VIE DES ACTIFS SOUS GESTION⁸⁹

Depuis les dix dernières années, les émissions de gaz à effet de serre qui sont associés aux activités humaines sont montrées du doigt comme une cause importante du réchauffement climatique.

Il s'en est suivi un besoin d'évaluer l'aspect de la durabilité des actifs sous gestion qui a pris la forme d'un calcul des émissions qui a été regroupé sous trois catégories. Il est question dans ce domaine de bonnes pratiques dans la divulgation des émissions des gaz à effets de serre, communément nommés le compte rendu des GES.

Plusieurs sociétés adoptent ou vont adopter, l'utilisation de différentes certifications environnementales pour réduire l'émission des GES. Il est aussi question de faire le compte rendu sur les facteurs environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG). Pourquoi vouloir faire ces évaluations ? De plus en plus, les compagnies d'assurances désirent connaître les risques environnementaux auxquels elles devront faire face.

Cette connaissance implique une systématisation des processus d'affaires afin d'assurer que les mesures des émissions seront de qualité et que la gouvernance sur la qualité des données entourant ces activités est adéquate et qu'elles répondent aux normes rigoureuses d'informations aux investisseurs et aux assureurs.

⁸⁹ <https://www.ibm.com/downloads/cas/7J56YJRM>

La suite Maximo permet de gérer le portefeuille d'actifs alors que l'application Envizi⁹⁰ permet de réaliser les fonctions suivantes:

- 1 - La gestion des émissions de GES,
- 2 - La production de rapport ESG,
- 3 - La gestion des programmes de décarbonisation.

16.1 Les champs d'application des émissions de GES

Il y a trois champs d'application (scope 1, 2, 3) au sujet des émissions de GES.

L'application Envizi⁹¹ possède un module pour les champs d'application 1 et 2 et un deuxième module est utilisé pour compléter les informations associées au champ d'application no 3⁹². Il y a aussi un module pour la création et le suivi des indicateurs de performance et un autre module pour l'intelligence d'affaires de la chaîne d'approvisionnement.

16.2 Les trois étapes essentielles pour bien se préparer

1. Constituer une équipe qui sera chargée de la conformité,
2. Bien connaître la chaîne de valeur,
3. Sélectionner, et implanter un logiciel pour faciliter le processus de compte rendu.

Il y aura lieu de prendre en compte la taxonomie des couples physiques ou numérique dans cette préparation.

16.3 Collecte et agrégation des données

Ce processus permet de recevoir des informations qui auront été obtenues par [IoT] ou par d'autres moyens. L'agrégation fait référence aux indicateurs de performance associés aux différents actifs immobiliers.

⁹⁰ <https://www.ibm.com/products/envizi>

⁹¹ <https://www.ibm.com/products/envizi/scope-1-2-ghg-accounting-reporting>

⁹² <https://www.ibm.com/products/envizi/scope-3-ghg-accounting-reporting>

Parmi les catégories d'actif pouvant faire l'objet de déclaration de conformité environnementale, il y a trois catégories d'actifs qui concernent le domaine immobilier :

1-les actifs de génie civil
(type : ponts, etc.)

2-les actifs associés aux bâtiments
(type : industriel, commercial, institutionnel)

3-les actifs associés aux transports
(type : en commun, routier)

16.4 Gouvernance des données et utilisation des workflows

La qualité des données revêt une grande importance dans la confiance de la communication des informations aux autorités réglementaires et aux autres groupes à qui elles sont destinées.

Un comité spécialement constitué pour cet effet sera associé à la revue de projet au sujet de la qualité et de l'uniformité des données.

Ce comité jouera un grand rôle dans l'établissement de cette confiance.

16.5 Divulgence des indicateurs environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG)

schéma conceptuel no 2

- niveau 1: technologie
 - 1-Cartographie actifs-> 2-plateforme-BIM-> 3-plateforme Maximo -> 4-gestionnaire de données, 5-interopérabilité
- Niveau 2: projets
 - 1-indicateurs perf. -> 2-contrat, 3-devis -> 4-maquette -> 5-jumeau-> 6-transfert au portefeuille actifs -> 9- Rapports ESG et autre rapports,
- Niveau 3: acteurs
 - 1-Core team -> 2-BIM manager -> gestionnaire d'actifs -> équipes responsable de l'entretien -> équipe responsable Conformité, etc.

Parmi les industries, un grand nombre d'activités génère des émissions. La gestion de la quantité de ces émissions avec des objectifs de réduction permet de produire des bilans de carbone. Ne pas le faire peut avoir des conséquences sur la réputation d'une organisation en plus de la possibilité de recevoir des pénalités financières.

Il est aussi question de balancer l'efficacité opérationnelle avec les responsabilités environnementales.

16.6 collecte des informations et le module de gestion des émissions avec l'application HSE

Cette application permet la collecte des données, et aussi de faire les calculs au sujet des émissions. Les résultats peuvent être affichés dans un tableau de bord opérationnel. L'application permet de suivre les pires indicateurs (KPI) associés aux actifs qui émettent le plus de CO₂e.

Ce module permet, la détection presque en temps réel d'informations et de répondre aux événements générateurs d'émissions et l'enregistrement des données créées par cette fonction.

16.7 Le branchement des efforts de réduction des GES à l'entretien

La gestion de l'entretien peut être couplée à l'entretien environnemental des équipements qui en émettent le plus. L'intégration de l'application HSE permet d'optimiser les stratégies relatives aux émissions et la collaboration entre le personnel des questions environnementales et le personnel responsable de l'entretien. Il peut y avoir une priorisation des activités.

17 - MAXIMO - TRAINDNA : L'UTILISATION DU JUMENT NUMÉRIQUE DANS LA RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE⁹³

J'aimerais poursuivre cet essai avec l'exemple de l'Australie qui utilise un jumeau numérique de son système de transport sur rail pour évaluer les besoins d'entretien de ses trains, et ce dans une approche de développement durable.

Le gouvernement australien a demandé à l'entreprise un plan de gestion et de service des actifs pour une période de 25 - 30 ans.

Une entreprise Australienne Downer a créé avec l'aide d'IBM une suite applicative nommée **TrainDNA** pour la gestion de l'ensemble de sa flotte de train. Le centre d'entretien a réussi à doubler le nombre de trains qu'elle peut gérer avec l'**application Maximo**. Cette application aide aussi à gérer l'ensemble de la planification et de l'utilisation des travailleurs.

L'entreprise Downer avec ses équipes qui sont responsables des aspects de durabilité, évalue où ses 200 trains consomment le plus d'énergie avec l'application d'entretien préventif pour calculer presque en temps réel les émissions de GES de ses trains.

La compagnie Downer utilise pour ce faire, les outils de la suite Maximo dans la construction d'un scénario qui contient des questions dirigées pour comprendre l'ensemble des émissions dans le cycle de vie d'un actif immobilier avec l'usage du jumeau numérique. Ce scénario prend en compte comment a été construit l'actif, le coût d'achat, l'entretien réalisé sur l'actif ou les équipements dans ses calculs des informations de durabilité.

La gestion des messages pour cet ensemble de 1 500 véhicules se situe aux alentours de 30 000 messages aux dix minutes pourvoyant de chacun des trains. C'est près de 30 millions de messages par heure qui sont gérées avec l'application IBM MQ.

⁹³ <https://www.ibm.com/case-studies/downer>

IBM et la compagnie Downer ont inclus « IBM Cloud PAK for Integration » pour la gestion des flux de message à travers l'infonuagique de l'application TrainDNA. La compagnie à aussi utiliser « IBM Cloud Pak Integration data » pour consolider, rationaliser et analyser les informations recueillies.

En tout, cette entreprise utilise une suite de 8 progiciels ou services pour exploiter sa flotte de train.

17.1 L'utilisation des jumeaux numériques avec AWS^{94, 95}

La présence et l'utilisation d'un jumeau numérique ne sont pas le jeu d'utilisation d'une simple technologie, mais plutôt un amalgame de technologies.

Cet article traite de l'architecture logique basée sur les jumeaux numériques, il comprend:

1. L'actualisation de la réalité physique et virtuelle
2. La gestion des flux de travail et des API pour le partage des données
3. L'utilisation de l'intelligence artificielle et des fonctions analytiques
4. Le graphique des connaissances (modèle sémantique et dictionnaire de données)
5. L'IoT et les plateformes informationnelles
6. L'infrastructure informationnelle en infonuagique et dans les infrastructures manufacturières ou d'entretien
7. L'infrastructure physique avec l'instrumentation des objets physiques avec des senseurs des passerelles et des réseaux [IT/OT], etc.

17.2 L'architecture sous jacente aux jumeaux numériques

L'article d'IBM permet de comprendre l'architecture qui supporte l'utilisation d'un jumeau numérique. Le schéma illustré dans le lien ci-dessous, propose neuf composants de structure de cette architecture. Les voici :

⁹⁴ AWS : Amazon Web Services

⁹⁵ <https://www.ibm.com/blog/building-the-digital-representation-with-digital-twin-using-aws-stack/>

- 1-Les canaux de communications et interactions
- 2-La gestion du workflow
- 3-La visionnement des données de consommation du jumeau (5 éléments à considérer)
- 4-Le modèle du jumeau et l'utilisation des outils de gestion des actifs (5 éléments)
- 5-L'utilisation des données, modèle sémantique, dictionnaire de données, graphique des connaissances
- 6-La plateforme de données, avec l'ingestion et l'intégration, la persistance, la transformation et la qualité des données.
- 7-La gouvernance et les opérations (4 éléments à considérer)
- 8-La sécurité et la surveillance (4 éléments à considérer)
- 9-L'infrastructure hybride (5 éléments à considérer)

17.3 L'utilisation des services AWS dans le cadre de l'utilisation d'un gestionnaire de portefeuille d'actifs immobiliers.

Cette architecture conceptuelle qui supporte l'utilisation des jumeaux numériques est donc assez complexe.

IBM propose un deuxième schéma avec l'utilisation des services WEB d'Amazon, l'AWS. Le fait d'avoir un grand nombre d'immeubles ou d'infrastructures à gérer qui possèdent tous des équipements différents pose un défi de communications des informations opérationnelles relevant de ces différents actifs.

L'approche AWS peut-être une sorte de solution universelle de collecte de l'information. Reste à savoir si cette approche est solide, sécuritaire donc a l'abris du piratage et assez robuste pour un usage industriel.

Pour terminer ce chapitre, l'entreprise IBM a aussi utilisé une application d'Intelligence Artificielle [IA] afin d'identifier les règles d'affaires qui vont permettre de déclencher des alertes d'entretien ou des corrections des flux de travail.

18 - MAXIMO - MVI : INSPECTION VISUELLE DES ACTIFS SOUS GESTION À L'AIDE DE L'IA ET DE L'APPLICATION MOBILE⁹⁶

Un volet important d'un programme d'entretien est sans aucun doute l'inspection visuelle des actifs immobiliers.

Cette application utilise les facilités de communication moderne comme les téléphones intelligents ou les tablettes dans des modèles d'analyse personnalisés afin de détecter des problèmes avec l'aide de l'intelligence artificielle (IA).

La suite **Maximo Visual Inspection Edge** interagit avec la suite IBM MAXIMO Visual Inspection (MVI) dans la connexion de plusieurs caméras, drones et caméras installées sur des véhicules.

Le tableau de bord MVI offre des fonctionnalités d'analyse et de gestion aux usagers pour gérer les images des inspections en temps réel. Des règles d'affaires peuvent être gérées par les utilisateurs pour trouver de potentielle défaillance des actifs ou équipements des actifs.

Maximo Visual Inspection Mobile delivers agility with point-and-click ease through the footprint of a mobile app while providing real-time, AI-powered inspection results. In a matter of hours, you can collect images from the mobile device to train complex computer vision models and deploy on the device to perform inferencing.

IBM Maximo Visual Inspection puts the power of computer vision AI capabilities into the hands of your quality control and inspection teams. It makes computer vision, deep learning, and automation more accessible to your

⁹⁶ https://www.ibm.com/products/maximo/visual-inspection?utm_content=SRCWW&p1=Search&p4=43700080095396458&p5=b&p9=58700008714810976&gclid=CjwKCAjw7NmzBhBLEiwAxrHQ-cvynrwb0BekhzT4DnFSPGixluP5m-r9dyumg7sCvP1wxKONadqmOhoCe7UQAvD_BwE&gclid=aw.ds

technicians as it's an intuitive toolset for labelling, training, and deploying artificial intelligence vision models. Built for easy and rapid deployment, simply train your model using our drag and drop visual user interface or import a custom model, and you're ready to activate when and where you need it using mobile and edge devices. With IBM Maximo Visual Inspection, you can create your own detect and correct solution, with self-learning machine algorithms.

Un simple téléchargement de l'AppStore permet d'installer l'application sur le mobile ou la tablette.

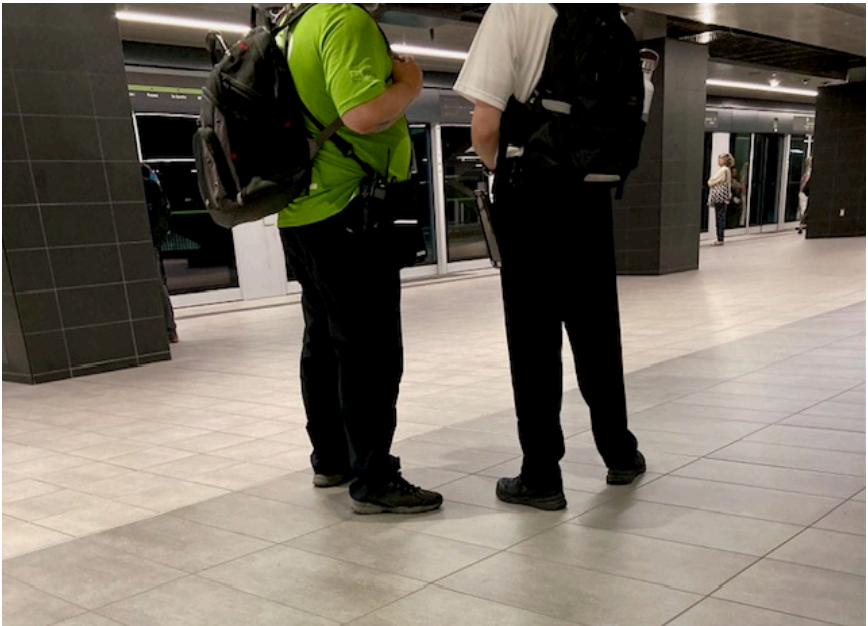


Photo G. Thériault, 18 juin 2024, photo d'opérateur dans une station du REM avec un appareil mobile en vue de réaliser une inspection visuelle.

Le résultat de cette utilisation moderne permet d'augmenter l'efficacité des équipes d'inspections des actifs sous gestion.

19 - MAXIMO - IA : L'INTELLIGENCE D'AFFAIRE (BI) ET L'UTILISATION DES JUMENTAUX NUMÉRIQUES OPÉRATIONNELS DANS LA PRODUCTION DES BILANS CARBONE

Le jumeau numérique d'un actif immobilier contiendra de l'information qui proviendra de l'exploitation des installations de cet actif.

Ces informations peuvent être obtenues de façon automatique et périodiquement [IoT], si des capteurs intelligents ont été installés sur les différents appareils qui sont utilisés dans les opérations courantes.

Des relevés des services ou énergies consommées peuvent aussi provenir d'autres sources. Toutes ces informations seront par la suite, utilisées dans la production des bilans carbone au sujet d'un actif immobilier.

19.1 Conférence BIM-Québec⁹⁷ : Les outils d'intelligence d'affaires : Power-BI et Cognos

Les trois premiers sujets de cette conférence sont associés aux plateformes de modélisation qui utilisent la méthodologie BIM et les normes ISO 19650. Ils traitent de la production d'une maquette numérique d'un actif à construire, qui à terme, deviendra un jumeau numérique. C'est l'opérationnalisation de ce jumeau avec des données IoT qui permettra d'avoir des données sur les émissions de carbone.

Les fournisseurs de plateformes BIM utilisent la **modélisation objet** pour développer un jumeau numérique. Les plateformes d'intelligence d'affaires (BI) quant à elle, peuvent utiliser un outil BI non basé sur un modèle de données comme c'est le cas pour un

⁹⁷ Les plateformes de partage des maquettes numérique 20 juin 2024, <https://www.bimquebec.org/copie-de-réinventer-la-collaboration>

chiffrier Excel ou encore, elles peuvent utiliser un outil BI basé sur un **modèle de données relationnel**.

La différence entre ces deux utilisations réside dans le fait de pouvoir réutiliser le modèle de donnée du jumeau numérique pour produire différents rapports. Alors que sans modèle de données, il faudra repartir presque à zéro à chaque fois qu'un nouveau rapport sera requis. Cette situation explique alors le besoin d'utiliser les services d'une compagnie comme celle qui a été présentée au sujet 4, de la conférence de BIM-Québec

La compagnie VIM construit un modèle de données à partir d'un jumeau numérique opérationnel, pour ensuite pouvoir construire des rapports de bilans de carbone qui seront produits par des outils d'intelligence d'affaires comme Power-BI ou Cognos.

Le besoin d'affaires de produire des bilans carbone se situe dans la mouvance de la carboneutralité horizon 2050 du Canada avec la norme « zéro émission nette ». Au Canada, il y a un plan de réduction des émissions d'ici 2030, plan par secteurs économiques. Parmi les secteurs compris dans ce plan, il y a le bâtiment et le transport.

19.2 Le calcul des émissions de carbone⁹⁸

Le calcul des émissions de carbone est un sujet assez complexe. Il s'agit de calculer la quantité de carbone contenu dans tous les matériaux utilisés dans une construction. Pour réaliser ce calcul à partir du jumeau numérique, il est nécessaire de comprendre que **le jumeau numérique a été réalisé avec un modèle objet ou les associations (relations) entre les données seront remplacées par des listes**.

Il s'agit d'un moyen, le calcul des émissions de carbone qui est utilisé pour produire un, des rapports. Rapports qui servent afin de prouver la conformité à différentes exigences gouvernementales et d'être une aide utile à la transition environnementale actuelle.

L'enjeu particulier pour la réalisation de cette activité concerne la qualité des données qui sert au calcul des bilans. Parfois, les entreprises utilisent les données des jumeaux numériques qui

⁹⁸ Extrait de l'article publié le 25 juin 2024 dans le réseau social LinkedIn.

sont le plus souvent associées à des objets. Souvent, il s'agira d'établir une relation avec les émissions de carbone.

Le besoin d'affaires pour faire des bilans d'émission du carbone se situe à deux niveaux, soit : 1 — le calcul du bilan du carbone intrinsèque (dans les matériaux) et 2 — le calcul du bilan du carbone opérationnel (dans l'exploitation).

Pour l'instant, seul le calcul du carbone dans les éléments de structure et de l'enveloppe est exigé. Avec le temps, la norme LEED BD+C et le « Building Life-Cycle Impact Reduction », va devenir obligatoire, comme c'est le cas dans plusieurs pays européens.

19.3 Le problème d'utiliser des outils non-intégrés à la plateforme de gestion des actifs⁹⁹

L'entreprise VIM utilise le référentiel canadien, **norme du bâtiment carbone zéro design version 4** qui a été mis à jour en juin 2024. Il est question dans ce bilan de calculer l'intensité maximum des émissions de carbone intrinsèque et d'y inclure un ou des objectifs de réduction.

Ce calcul est effectué avec l'outil Power-BI qui est très puissant au niveau des fonctions de calcul. La difficulté de l'utilisation de l'outil Power-BI réside dans le fait que les données des maquettes qui sont fournies aux détenteurs d'actifs immobiliers ne sont pas représentées dans un modèle de données correspondant au contenu du jumeau numérique.

Faire des bilans dans ce contexte sera plus difficile. Pour pallier à ce manque, la compagnie VIM établit un modèle de données relationnel d'un jumeau numérique.

Une autre problématique de l'utilisation de jumeau numérique réside dans le calcul des masses. Les définitions des listes (LOD) du jumeau numérique ne correspondent pas aux définitions des normes du bâtiment, ce qui oblige les détenteurs/utilisateurs de jumeau numérique opérationnel à établir une correspondance des éléments provenant du jumeau numérique et des normes du bâtiment.

⁹⁹ Extrait de l'article publié le 25 juin 2024 dans le réseau social LinkedIn.

Enfin, les représentants de l'entreprise mentionnent aussi les enjeux au niveau des audits et au sujet de la qualité des informations.

Parmi les exemples fournis, il y a les jumeaux numériques « géants » d'hôpitaux, d'aéroports ou les propriétaires d'actifs doivent prouver l'utilisation du carbone.

Idéalement, pendant la période de conception de la maquette et dans l'élaboration du jumeau numérique, **les donneurs d'ordres (DO), le maître d'ouvrage (MO) avec les différents partenaires, rechercheront des options de design permettant de réduire les émissions de carbone.**

19.4 La gestion des émissions avec MAXIMO-ENVIZI et l'intégration de la pratique : « Health, Safety and Environment » (HSE) dans le cycle de vie de l'actif

Cet applicatif est intégré dans la suite MAXIMO-ENVIZI qui utilise l'infonuagique hybride.

Il y aura lieu d'intégrer le jumeau numérique opérationnel dans MAXIMO et par la suite, utiliser le package ENVIZI et ses applicatifs qui ont été conçus spécifiquement pour maintenir la conformité réglementaire et de réduire les risques

Pour conclure ce chapitre : Le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa) a publié la nouvelle norme BCZ-Design-V4 en juin 2024¹⁰⁰. Elle comprend des plans de transitions vers la norme carbone zéro.

¹⁰⁰ https://www.voirvert.ca/nouvelles/rubriques/lancement-bcz-design-v4?utm_source=dialoginsight&utm_medium=email&utm_campaign=2024-06-20-infolettre&oft_id=661672&oft_k=qPBnPoDr&oft_lk=ZH01lj&oft_d=638548203593200000

20 - MAXIMO - APM : LA GESTION DE LA PERFORMANCE (APM) AVEC L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, LA MAINTENANCE PRÉDICTIONNELLE ET LA MESURE DE L'ÉTAT DE DÉTÉRIORATION¹⁰¹

L'optimisation de la santé des actifs et la prédiction des bris est un sujet important dans un programme d'entretien d'un portefeuille d'actifs immobiliers.

Le volet prédictif peut être construit à partir d'un modèle d'un réseau de distribution à l'aide de l'état de santé des actifs sous gestion. Cet état sera basé sur des données opérationnelles ainsi que de l'analyse.

20.1 La gestion de la performance des actifs

Cette application permet de détecter si un actifs ou un équipement est ou deviendra en problème dans le futur afin d'assurer la fiabilité des équipements ou actifs. L'application utilise un système de pointage et un tableau de bord pour y afficher les résultats.

« Le module APM permet d'améliorer la fiabilité des actifs grâce à la maintenance conditionnelle basée sur la santé des actifs provenant des données opérationnelles et d'analyse afin de mieux prévoir et planifier les défaillances, les réparations et les remplacements d'équipements. »¹⁰²

L'application utilise des fonctionnalités telles que la surveillance à distance alimentée par l'Intelligence Artificielle (IA), la vision avec l'aide de l'ordinateur et la maintenance prédictive. Avec cet ensemble, il est possible de planifier la stratégie de gestion des actifs. Il permet de déterminer comment mieux gérer les

¹⁰¹ https://www.ibm.com/downloads/cas/AJKENY0R?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=health

¹⁰² <https://www.ibm.com/fr-fr/products/maximo/asset-performance-management>

inspections et l'entretien, optimiser les listes de réparation et d'exploitation, et décider entre le remplacement ou la réparation.

Trois études de cas sont proposées par le fournisseur IBM :

1. les systèmes ferroviaires australiens, légers ou lourds
2. l'évaluation du besoin de l'entretien des actifs immobiliers,
3. le contrôle des processus capables de détecter les problèmes.

IBM décrit les possibilités de son application:

« Exploitez la puissance des autres applications comprises dans Maximo Application Suite comme IBM Maximo Monitor, IBM Maximo Visual Inspection et IBM Maximo Predict.

Maximo Monitor fournit la base nécessaire pour collecter, stocker et analyser les données relevées par les capteurs et utilisées par les modèles prédictifs. Maximo Visual Inspection procède à des inspections visuelles et fournit, pour chaque problème émergent, des notifications exploitables alimentées par l'IA.

Vous pouvez utiliser des modèles prêts à l'emploi proposés par Maximo Predict, ou créer vos propres modèles prédictifs avec WATSON STUDIO ».

En plus, Maximo Predict¹⁰³ unifie les données opérationnelles disparates en modèle de maintenance prédictive piloté par l'analytique qui optimisent la planification de la maintenance.

Les capacités principales du progiciel incluent :

- Utilise les données de capteurs IoT, d'opérations, de systèmes IT et EAM
- **Inclus cinq canevas de modèles prédictifs appréciés et la visualisation associée**
- Inclus une bibliothèque complète d'API analytiques pour créer des modèles personnalisés
- Évalue les modèles prédictifs à l'aide d'**IBM Watson® Machine Learning**
- Une intégration facile des scores de modèle à IBM Maximo Health pour une meilleure surveillance de l'état

¹⁰³ <https://www.ibm.com/fr-fr/products/maximo/predictive-maintenance>

En conclusion pour ce chapitre : Les fonctions d'intelligence artificielle font maintenant partie de la gestion des actifs immobiliers. C'est une autre possibilité d'améliorer la performance des organisations qui l'utilise dans ses opérations quotidiennes.

Conclusion

La rédaction d'un contrat permet d'organiser et de répondre aux six questions (6W) qu'un architecte d'entreprise doit se poser et en finalité, ce qui collaborera à la réalisation de l'ensemble de l'œuvre.

Que ce soit l'**ajout d'un nouvel actif** ou de nouvelles données qui vont servir à alimenter les différents programmes d'entretien des actifs ou à **communiquer des informations de conformité** aux principaux intéressés. Il y a lieu de bien comprendre et bien coordonner les besoins de collaboration entre les différents partenaires

Dans ce sens, le contrat représente d'une certaine façon l'architecture organisationnelle de l'entreprise. Lors de la signature du contrat, il y aura lieu de savoir, par exemple, qui est responsable de fournir les mécanismes [IoT], qui fourniront les données qui alimenteront les structures informationnelles de l'application de gestion des actifs, le maître d'oeuvre ou l'entrepreneur général ou les entrepreneurs spécialisés, les employés du gestionnaire d'actifs ?

En construction d'actifs immobiliers, l'utilisation de la méthodologie BIM implique une structure informationnelle qui comprend plusieurs niveaux : 3D (jumeau numérique), 4D (temps), 5D (coûts), 6D (durabilité : ESG) et 7D (Gestion et entretien des actifs). Il y aura aussi un encadrement du portefeuille avec des données de nature administrative et géographique.

Les données opérationnelles des actifs immobiliers ainsi que les informations au sujet des programmes d'entretien y seront intégrées, de mêmes que des calculs prendront place. Dans ce contexte, la gouvernance des données est primordiale au bon fonctionnement de l'organisation, c'est pourquoi nous l'avons ajoutée dans le schéma conceptuel du chapitre 8.

Idéalement, c'est la représentation de l'idée de cette structure qui se retrouvera dans les contrats et en plus d'y décrire les mécanismes de collaboration entre les partenaires et bien entendu la description des besoins du projet à réaliser.

Il y aura lieu prévoir, dans le contrat et de s'assurer de l'interopérabilité des progiciels qui utilisent la méthodologie BIM avec les normes ISO-19650. Il faudra aussi prévoir les conditions de développement des maquettes numériques avec le standard BIM-OPEN et CDE-OPEN qui vont faciliter le transfert du jumeau numérique du maître d'œuvre à l'exploitant de la plateforme de gestion des actifs immobiliers.

il faudra aussi définir l'architecture d'entreprise comme celle présentée dans le schéma conceptuel au chapitre 8 afin de permettre l'utilisation ordonnée de la suite applicative.

Cette architecture sera la fondation qui permettra l'implantation de la suite applicative Maximo. Il s'agit d'une plateforme qui aura un gestionnaire de base de données (SGBD) qui utilisera ces deux modèles de données (objet et relationnel) et de l'infonuagique.

L'utilisation de cet ensemble implique une adaptation de l'ensemble des processus de travail qui sont associés à la gestion des actifs et des employé.e.s qui y contribuent. Le simple fait d'utiliser l'infonuagique simplifie la mise en place de la suite, mais augmente le contrôle de la gestion des accès des personnes à cette suite applicative.

La gestion d'actifs de construction centralisée apportera plus d'uniformité dans les façons de faire ce qui implique une gestion importante du changement qui se traduira dans un programme de formation qui sera attaché à un calendrier de déploiement des solutions.

Aussi, il y a lieu de réfléchir au fait, **de faire un projet pilote pour déployer un important ensemble applicatif Maximo Asset Management [MAS]** en prenant en compte qu'il faudra aussi déterminer la capacité livraison d'apprentissages variés pour des dizaines ou de centaines d'employés.

Il sera nécessaire d'étudier au moins trois scénarios de mise en place:

1. S'il est possible d'implanter une suite applicative de base [Maximo] en premier et ensuite et déployer l'application pour la gestion des ordres de travail (TRIRIGA). Par la suite, déployer l'application pour le reportage des informations du développement durable [Envizi] et les autres qui fonctions qui sont présentés dans les chapitres intitulés (MAXIMO) ou bien tout faire d'un coup (chapitre 14 à 20).
2. Un déploiement de l'ensemble des fonctionnalités MAXIMO, si c'est possible, pour aller plus vite, sans nuire au bon fonctionnement de l'organisation, ce qui me semble vraiment plus difficile à faire.
3. S'il s'agit de l'implantation d'un nouveau progiciel dans une organisation, il est possible d'envisager un déploiement avec l'aide d'un projet pilote qui sera étendu progressivement à un ensemble organisationnel.

Pour terminer cet échange : C'est souvent le manque de préparation dans la gestion des changements et de l'ampleur de ces derniers, que plusieurs entreprises connaissent des difficultés.

Avoir une aide provenant de spécialistes de ces logiciels et des spécialistes de la formation sur ces mêmes logiciels est essentiel dans la réalisation d'une stratégie d'implantation de ces nouvelles technologies.

Il y aura lieu de réfléchir sur l'utilisation de projet pilote dans ce contexte dans la phase de rédaction du dossier d'affaires^{104, 105} (étude d'opportunité qui comprendra trois itérations :

1. L'identification de la problématique à régler et la description des besoins d'affaires qui sera assez détaillé au niveau des fonctions, tel qu'énuméré dans la préface.
2. La priorisation des besoins, l'identification des coûts, et les enjeux liés à la mise en oeuvre des solutions¹⁰⁶.
3. Conclusion et recommandations

Merci pour votre temps de lecture.

Gilles Thériault

¹⁰⁴ OQLF, lexique, <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26560149/dossier-dopportunit>

¹⁰⁵ Lexique, Conseil du trésor, <https://www.tresor.gouv.qc.ca/infrastructures-publiques/tableau-de-bord/lexique>

¹⁰⁶ Guide re réalisation des études d'opportunité, <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/1565663>

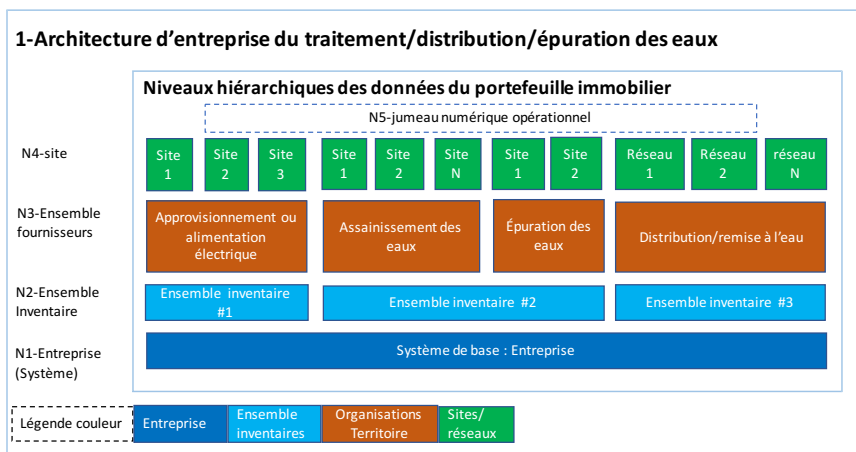
ANNEXE 1 : EXEMPLE D'ARCHITECTURE D'ENTREPRISE DANS LA GESTION DES ACTIFS IMMOBILIERS DANS LE DOMAINE DU TRAITEMENT DES EAUX

Cet annexe représente un ensemble conceptuel d'une architecture d'entreprise appliquée à un ensemble d'infrastructure urbaine de génie civil associé au traitement des eaux.

Je vous propose un exemple d'un scénario d'implantation d'une architecture d'entreprise pour permettre la gestion d'un ensemble d'actifs immobiliers.

Ce premier schéma conceptuel est inspiré de la documentation de la compagnie IBM¹⁰⁷. Il peut être appliqué au niveau municipal pour le volet de la gestion des actifs de la production et du traitement des eaux.

Modèle conceptuel no 1.



Il s'agit donc de relier le modèle d'affaire actuel de l'entreprise et de représenter l'organisation du travail d'une direction de l'eau.

¹⁰⁷ https://www.ibm.com/docs/en/SSLKTT6_7.6.0/com.ibm.mbs.doc/pdf_mbs_multiple_site.pdf, page 7

Par la suite, le prochain modèle conceptuel qui a trait à la gestion des actifs, pourra prendre racine sur cette base organisationnelle. Le système de base de l'entreprise (niveau 1) comprend l'ensemble des données qui seront utilisées pour la gestion des actifs du portefeuille.

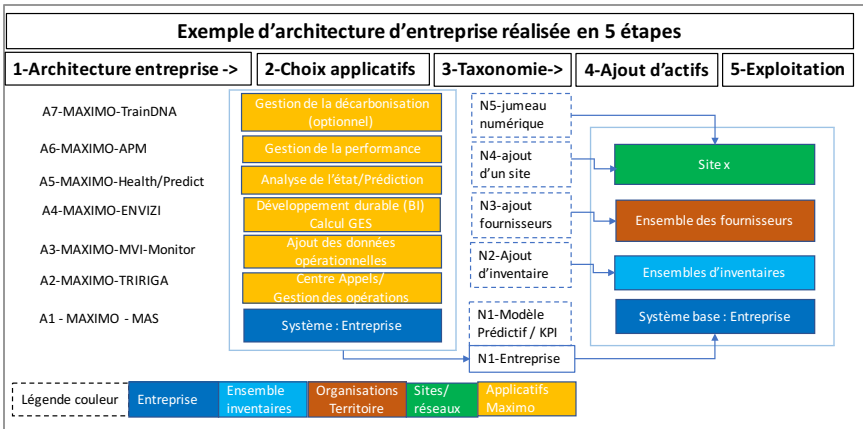
Dans ce premier schéma conceptuel, l'information dans l'ensemble applicatif qui sera utilisé par la suite MAXIMO sera répartie en 4 divisions logiques :

- **Le niveau N1 : système de base** (la direction des eaux et l'ensemble des données utiles au traitement).
- **Le niveau N2 : ensemble-inventaire** (avec 3 occurrences).
- **Le niveau N3 : ensemble-organisation** (avec 4 occurrences : collecte, l'assainissement, l'épuration et la distribution).
- **Le niveau N4 : les sites** (3 pour l'approvisionnement, de 1 à N pour le traitement, 2 pour l'épuration et 3 pour les réseaux de distribution/remise à l'eau).

Il s'agit donc de définir et de mettre en place l'architecture d'entreprise avec les niveaux 1 à 4 pour ensuite, définir la taxonomie des couples d'actifs physique/numérique.

La taxonomie permettra d'inclure la description de plusieurs actifs ou de jumeaux numériques qui seront ajoutés aux sites qui auront été regroupés au niveau 3, dans une des quatre divisions logiques présentées au modèle conceptuel précédent.

Modèle conceptuel no 2.



Avec de deuxième schéma conceptuel, voici un exemple complémentaire d'implantation d'une architecture de gestion d'un portefeuille d'actifs immobiliers (infrastructures) d'une ville qui réalise la gestion des eaux dans une de ses directions.

Pour une entreprise qui n'a pas de système de gestion d'un portefeuille d'actifs immobilier, il y aura cinq étapes d'implantation ;

1. La définition de l'**architecture d'entreprise** telle que suggérée dans le modèle précédent et ensuite ajusté à la réalité d'affaires,
2. Le **choix applicatif** et l'**implantation** de la suite applicative avec les fonctionnalités qui auront été confirmées dans le dossier d'affaires,
3. La définition de la **taxonomie** des couples d'actifs physiques/numériques, le modèle prédictif et les KPI.
4. L'**inclusion des actifs** immobiliers dans la suite. Dans ce premier scénario, il y aura trois environnements (développement, essais et production),
5. L'**exploitation** avec l'ajout des informations opérationnelles, le **traitement des informations** et leur reportage.

Je vous ai présenté précédemment¹⁰⁸ les besoins pour la mise en place des différents environnements d'implantation des solutions applications ou de l'ajout des actifs immobiliers.

Finalement, l'ajout de jumeau numérique avec ses données opérationnelles peut se faire à N5 avec les mécanismes de distribution de l'information appropriés, dans les environnements de travail, selon un calendrier de production pré-déterminé et en fonction des obligations réglementaires.

Pour terminer cet exemple, le processus associé à la gouvernance des données et les processus d'audits assureront la qualité nécessaire des informations de conformité réglementaires et à l'analyse des modules d'analyses qui seront associés au portefeuille d'actifs immobiliers sous gestion.

Retour au chapitre 9.

¹⁰⁸ Voir le chapitre 12 de l'essai, la section intitulée : **12.5 Les différents environnements de travail d'une plateforme de gestion du portefeuille immobilier.**

Glossaire et sigles

ACHAT :

C'est une organisation d'économie sociale qui regroupe des entreprises collectives propriétaires, opératrices et développeuses de logements à but non lucratif au Québec (OBNL, coopératives et sociétés parapubliques). <https://www.achat-habitation.org/fr/>

Architecture d'entreprise¹⁰⁹:

L'architecture d'entreprise peut être définie comme une approche globale prenant en compte toutes les facettes de l'entreprise, et donc à la fois les aspects commerciaux et technologiques. Dans le cadre de l'évaluation environnementale, quatre types d'architecture différents peuvent être identifiés:

- Architecture métier : en partant des atouts de l'entreprise, l'architecture métier tente de tracer de nouveaux processus et structures plus en phase avec les objectifs et avec la recherche de l'innovation.
- Architecture des systèmes d'information : vise à améliorer la quantité et la qualité des informations disponibles pour l'organisation.
- Architecture des applications : décrit les applications utilisées dans l'entreprise, leurs relations et leurs interactions avec les processus métier et les utilisateurs.
- Architecture technique : décrit l'infrastructure et inclut tous les services d'infrastructure, les composants technologiques (par exemple, les serveurs, les réseaux, les intergiciels et les outils d'assistance aux utilisateurs).

Beneficial Corporations

Les «B Corps» (pour «beneficial corporations») sont des entreprises qui agissent dans l'intérêt public général. Elles se définissent par leur conviction qu'une entreprise doit non seulement générer des profits, mais aussi des bienfaits pour la société et l'environnement. <https://www.bdc.ca/fr/articles-outils/developpement-durable/environnement/3-etapes-pour-devenir-entreprise-certifiee-b-corp>

¹⁰⁹ <https://www.grpinternational.fr/blog/gestion-des-services-informatiques/architecture-entreprise-quest-ce-que-cest/>

Bâtiments usinés¹¹⁰

Bien que le terme bâtiment usiné (en anglais, manufactured building) soit fréquemment considéré comme un synonyme de bâtiment préfabriqué, certains spécialistes estiment qu'il ne peut être employé que lorsque les éléments du bâtiment sont fabriqués en usine et non en atelier.

Bibliothèque numérique¹¹¹

La bibliothèque numérique est un ensemble de trois éléments : 1- documents numériques, 2-des services associés et un public cible. Dans la construction résidentielle, dans la majorité des cas, le documents proviendront du BIM qui utilise une plateforme technologique sophistiquée.

BIM : Buiding Information Modeling¹¹²

Le BIM (Building Information Modeling), traduit par Modélisation des informations de la construction, est une nouvelle méthode de gestion de projets en construction qui s'appuie sur une maquette numérique 3D d'un ouvrage. Il permet aux concepteurs, constructeurs et gestionnaires de mieux comprendre, gérer et entretenir les bâtiments.

Le BIM ne se limite pas à l'étape de la construction, il permet d'intervenir sur l'ensemble du cycle de vie d'un ouvrage, la programmation, les esquisses, la déconstruction, la réutilisation, le recyclage et la valorisation énergétique des éléments en fin de vie. Il aide à planifier, gérer et exécuter les projets de façon plus efficace et économique.

CDCC-30:¹¹³

Le CCDC 30 – Contrat de réalisation de projet intégrée traite des questions concernant les projets qui ont recours à la méthode de réalisation de projet intégrée (RPI), entre autres l'attribution de l'étendue des travaux, les paiements, les modifications, la gestion des conflits, la résiliation, l'assurance et la garantie contractuelle ainsi que la répartition des responsabilités.

Client :

Ce terme réfère à plusieurs notions, le client du consortium est celui qui fait un appel à projet de développement immobilier. Le

¹¹⁰ <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26556564/batiment-prefabrique#:~:text=bâtiment usiné n. m.,usine et non en atelier.>

¹¹¹ https://www.bnf.fr/sites/default/files/2019-06/BnF_TestPresseV6_0.pdf

¹¹² <https://www.cvm.qc.ca/minisite/formation-continue/bim-definition/>

¹¹³ <https://www.ccdc.org/fr/document/ccdc30/>

client-fournisseur sera celui qui réalisera la réalisation technique d'un projet avec l'aide de différents partenaires.

Consortium :

Collaboration telle que définie dans le présent contrat, organisée contractuellement entre les partenaires participants au consortium.

Construction résidentielle hors marché :

Les organisations qui développement du logement communautaire ou social. Par exemple les OSBL ou coopératives d'habitations qui peuvent être regroupées à l'intérieur d'une fédération, les OMH ou organismes similaires qui oeuvrent dans ce secteur.

Contribution :

Apports et travaux, de quelque nature que ce soit, réalisés par chaque partenaire dans le projet et définis dans la description du projet figurant au contrat.

Contrat : le contrat de consortium et ses annexes

- Description du projet et des contributions des partenaires;
- Connaissances propres;
- Annexe financière;
- Domaine d'application envisagés par le Partenaires.
- Éventuels avenants

Composants structureaux¹¹⁴:

Ensemble des composants structureaux de l'édifice. Cela inclut tout ce qui concourt à la solidité et à la stabilité de l'édifice, notamment les fondations, les murs porteurs, les planchers, les poteaux, les poutres etc.

Connaissances propres:

Ce terme inclu les connaissances :

- i) nécessaire à l'exécution du contrat,
- ii) Détenues par l'une des parties à la date de la signature ou acquise indépendamment de l'exécution du contrat,
- iii) Protégée ou non par un droit de propriété et quel qu'en soit le support ou le mode de communication,
 - i) Identifiée en annexe au contrat,
 - ii) mise a disposition la durée du contrat,

¹¹⁴ <https://www.condolegal.com/glossaire/gros-oeuvre-450>

- iii) peut être, brevet, base de donnée, logiciel, plans, schémas, données, formules, et autres types de connaissance,
- iv) Il faudra renseigner les références adéquate pour permettre leur accessibilité par les autres parties.

Connaissances nouvelles :

Ce terme inclut tout le savoir faire résultant du consortium, obtenu individuellement par une partie ou conjointement par plusieurs parties. Elles peuvent déboucher sur des plans d'immeubles, des maquettes de projet, etc.

CMM : Communauté Métropolitaine de Montréal

Dossier opportunité¹¹⁵ ou dossier d'affaires (2 versions)¹¹⁶

« Le dossier d'opportunité permettra aux décideurs de l'entreprise de décider des limites du domaine d'application des solutions à partir des besoins d'affaires et des problématiques qui auront été identifiées au préalable. La problématique sera exprimée tout d'abord avec le volet affaires et par la suite, avec le volet technologique, le volet légal pour compléter par le volet organisationnel. »

Étude de faisabilité¹¹⁷

« Par la suite, il devra y avoir une étude de faisabilité afin de déterminer à partir du cadre de référence, comment seront intégrées ces processus, ces systèmes et ces données aux systèmes de gestion de l'information de l'organisation. À savoir l'utilisation d'un intranet, de l'Internet et aussi d'un extranet (en suivant les recommandations de l'opportunité). S'il y a des partenariats qui doivent être réalisés ou s'il n'y a pas de partenariats, il faudra permettre d'avoir une infrastructure et des méthodologies pour la collecte et l'échange d'information sur les projets de construction / rénovation.

GRT :

Est un organisme à but non lucratif reconnu par la SHQ pour promouvoir, élaborer et mettre en œuvre des projets d'habitation

¹¹⁵ Extrait de Le développement industriel du logement communautaire au Québec, Gilles Theriault

¹¹⁶ https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/faire_affaire_avec_etat/grand_projet_infrastructure/Guide_elaboration_dossier_affaire_final_date.pdf

¹¹⁷ Extrait de Le développement industriel du logement communautaire au Québec, Gilles Theriault

de type coopératif ou sans but lucratif, et apporter le soutien technique nécessaire¹¹⁸.

Informations confidentielles :

Informations et données de toute nature, notamment technique, scientifique, économique, financière, commerciale, comptable, tout plan, étude, prototype, matériel, audit, données expérimentales et de tests, dessins, représentations graphiques, spécifications, Savoir-faire, expérience, logiciels et programmes, les Connaissances propres, les Connaissances nouvelles, les Évolutions, quels qu'en soient la forme, le support ou le moyen, incluant, sans limitation, les communications orales, écrites ou fixées sur un support quelconque, échangées entre les Partenaires et se rapportant directement ou indirectement au Projet.

Patrimoine immobilier¹¹⁹ :

Un immeuble patrimonial peut être un bâtiment ou un autre type de bien immobilier. Par exemple, il peut être une structure comme un monument commémoratif, un pont ou un barrage. Il peut constituer un vestige, comme les ruines d'une ancienne église ou les vestiges d'un établissement de pêche. Un immeuble patrimonial peut même être un terrain sur lequel il n'y a aucune construction, comme un parc urbain.

Projet pilote¹²⁰ :

Réalisation effectuée à titre expérimental, en vue de vérifier les paramètres de faisabilité d'un projet réel, à plus grande échelle.

Transformation numérique¹²¹ :

Démarche visant le changement en profondeur d'une organisation par l'intégration de technologies numériques à l'ensemble de ses processus administratifs, de ses communications et de ses activités, par la refonte de son [modèle d'entreprise](#) et par l'adaptation de sa [culture organisationnelle](#) aux nouvelles réalités du [numérique](#).

¹¹⁸ https://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/partenaires/GRT/cadre_GRT.pdf

¹¹⁹ <https://www.quebec.ca/culture/patrimoine-archeologie/decouvrir/a-propos/immobilier>

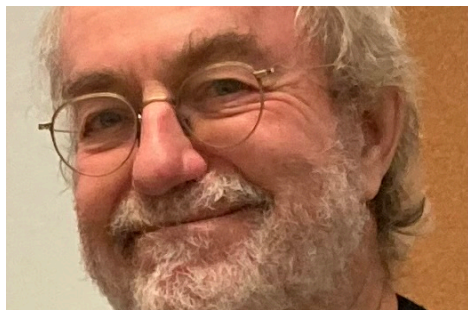
¹²⁰ <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8875998/projet-pilote>

¹²¹ <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26558201/transformation-numerique>

Webographie

1. **l'Institut National de Propriété Intellectuelle**, l'INPI, lien : <https://www.inpi.fr/>
2. **Guide du consortium numérique**, guide d'accompagnement à la négociation et à la rédaction d'un contrat de consortium dans le domaine du numérique, produit par l'INPI, 88 pages, lien https://www.inpi.fr/sites/default/files/guide_definition_contrat_contortium_vf_0.pdf
3. **Projet de développement d'une grappe industrielle en construction résidentielle à la CMM**, 99 pages, ISBN 978-2-925146-18-6, lien de téléchargement à l'Apple book store : <https://books.apple.com/us/book/projet-de-developpement-dune-grappe-industrielle-en/id6474486387?ls=1>
4. Centre de documentation canadien de la construction : https://www.ccdc.org/fr/document_types/liste-complete/
5. Le Conseil des normes internationales sur la durabilité (ISSB) : <https://www.pwc.com/ca/fr/today-s-issues/environmental-social-and-governance/insights/need-to-know-about-csds.html>

À propos de l'auteur



Gilles Thériault est un essayiste, un conseiller auprès d'entreprises et un entrepreneur. Il possède un diplôme de d'études supérieures spécialisées en commerce électronique (DESS-CE) du HEC de Montréal.

J'ai œuvré pendant une trentaine d'années en architecture d'entreprise, en architecture d'affaires et en développement de systèmes d'information, en assurance qualité, formation en entreprise, en audit et en conformité réglementaire.

J'ai travaillé pour plusieurs grandes entreprises du Québec, Hydro-Québec, la CDPQ, un ministère québécois (Immigration), et aussi trois grandes banques canadiennes (Desjardins, la Banque Nationale et la Banque Laurentienne). J'ai eu des échanges récents au sujet du logement communautaire avec l'UMQ, la FHCQ et la FOHM, la CMM et la ville de Montréal.

J'ai un intérêt marqué depuis une dizaine d'années pour le logement social et communautaire. J'ai développé le projet de programme de report des impôts fonciers depuis 2017 et plus récemment, j'ai un intérêt pour le secteur du logement coopératif et les OSBL d'habitation. J'ai été aussi, un conseiller municipal, administrateur, président d'une OSBL dans le domaine communautaire et propriétaire d'une TPME en édition numérique.

Parmi les essais qu'il a écrits, il y a :

1-Les défis du financement du transport en commun dans la grande région de Montréal,

2-Étude sur la viabilité des finances publiques d'une grande métropole canadienne suite à la pandémie de COVID-19,

3-Projet de création d'un programme de report des impôts fonciers du Québec pour la région de Montréal,

4-Pourquoi recourir à l'écofiscalité dans la gestion des matières résiduelles et la prévention des déchets ?,

5-La tarification du transport collectif de la région de Montréal

6-Assurer la planification du financement du transport collectif au Québec duquel un mémoire a été présenté à la consultation publique de l'ARTM au sujet de la planification stratégique dans les transports collectifs.

7-[Le développement du mouvement coopératif en habitation au Québec](#)

8-[Le développement industriel du logement communautaire au Québec](#) à partir duquel a été produit un mémoire qui a été présenté à la CMM en 2022, publié comme un essai en 2023.

9-[Le projet de création d'une grappe industrielle en construction résidentielle à la CMM](#)

Ils sont disponibles dans l'Apple Book Store en format ePUB sous le nom de l'auteur ou en demandant un fichier PDF à l'auteur.

Gilles Thériault, Montréal, Québec, Gilles.theriault51@gmail.com

P.S. : L'intelligence artificielle n'à pas été utilisée pour la rédaction de ce document.

Cet essai vous permettra de comprendre l'importance de la place que les contrats occupent l'architecture d'entreprise de sociétés qui réalisent de la gestion des actifs immobiliers.

La réalisation de projet intégrée [RPI] qui est proposée par le gouvernement du Québec implique de plus en plus l'utilisation des technologies de modélisation des données du bâtiment [BIM].

Une fois un actif construit, il faudra prendre en compte la durée de son cycle de vie et prévoir les besoins en entretien et l'inclure dans un portefeuille d'actifs. Or pour prévoir que cette information sera disponible lors de l'exploitation, il faut ajouter au contrat CCDC-30 une cinquième phase : 5 — l'exploitation/maintien des actifs.

La gestion des actifs utilisera le jumeau numérique qui est une représentation visuelle d'un actif immobilier « tel que construit ».

La gestion d'un portefeuille immobilier est d'une grande complexité principalement à cause de la variété des actifs sous gestion. Elle inclut aussi une taxonomie, l'entretien, la prédiction de la détérioration des actifs et la production de rapport de conformité environnementale.

Avec la crise climatique actuelle, les gestionnaires d'actifs immobiliers devront adopter l'approche zéro carbone.



prix suggéré ePub,
39,99 \$