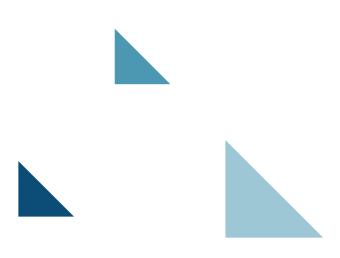


Innover ensembles

Novembre 2020







## TABLE DES MATIÈRES

Mot des organisateurs	2
Sommaire exécutif	3
Partie 1 Présentation de la chaire	4
• Axe 1 : Le BIM et la gestion des actifs	5
• Axe 2 : Automatisation de la construction et intelligence artificielle	8
• Axe 3 : Environnements de Données Communs	11
Partie 2 Ateliers collaboratifs innover ensemble	15
• Introduction	16
• Nature de l'industrie et nature de la recherche	19
Coordination des projets	22
• Intégration des étudiants	24
• Interconnexion des problématiques	27
• Conclusion	28
Annexes	29
Annexe 1 : Équipe de recherche	30
Annexe 2 : Aperçu des projets de l'Axe 1	31
Annexe 3 : Aperçu des projets de l'Axe 2	35
Annexe 3 : Aperçu des projets de l'Axe 3	41
Annexe 4 : Start-up du Centech	46



« Innover ensemble » est le premier d'une série d'ateliers de co-création avec nos collaborateurs et partenaires industriels. Il marque le lancement officiel du programme de recherche (RDC et Prompt) de la Chaire industrielle, visant à définir un cadre de transformation numérique pour augmenter la productivité et la création de valeur des chaînes d'approvisionnement de la construction.

Pourquoi innover ensemble? Les enjeux économiques, sociaux et environnementaux se font de plus en plus pressants et demandent des changements majeurs dans les pratiques de la construction et de la gestion des actifs immobiliers. La numérisation de l'industrie représente le vecteur principal de la transformation déjà amorcée par les pays les plus avancés.

Les pays scandinaves l'ont démontré: la nordicité pèse sur la capacité des pays nordiques, spécialement ceux avec une faible population, à demeurer au sommet de la vague face aux enjeux souvent contradictoires d'une économie saine couplée à une réduction de l'empreinte écologique. La collaboration et l'innovation entre le gouvernement, l'industrie et la recherche ont été les deux principaux facteurs du succès de leur industrie.

Innover ensemble est un premier pas du GRIDD et sa Chaire de recherche pour aider l'industrie à s'engager dans cette direction. Nous remercions nos partenaires ainsi que le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et le programme Prompt de supporter cette initiative. Nous remercions aussi les professeurs et leurs étudiants pour leurs efforts afin de faire de cet atelier un succès.

Ce n'est qu'un début!

## SOMMAIRE EXÉCUTIF

Dans le cadre des activités de la Chaire de recherche industrielle sur l'intégration des technologies numériques en construction, le Groupe de Recherche en Intégration et Développement Durable en Environnement Bâti (GRIDD) a tenu, le 06 novembre 2020, le premier d'une série d'ateliers intitulés "Innover Ensemble". L'objectif de cet atelier était de discuter des enjeux et d'identifier des solutions pour encourager la collaboration entre l'industrie et le milieu universitaire. Cet atelier a réuni les différents partenaires de la Chaire de recherche, ainsi que les professeurs et les étudiants du GRIDD.

Ce rapport présente un résumé des activités de l'atelier structuré en deux parties. Tout d'abord, une mise à jour concernant les projets de recherche, et ensuite un atelier interactif. Ainsi, l'atelier a donné l'opportunité de présenter les différents projets de recherche en cours et terminés et il a aussi permis de mettre en lumière les principaux défis d'établir une collaboration efficace entre le milieu académique et industriel. Les résultats des groupes de discussion sont décrits et des pistes de solutions sont énumérées en vue de leur opérationnalisation future.

En deuxième partie de l'événement, les participants ont pris part à des ateliers interactifs sur les défis et les enjeux de la collaboration entre industrie et académie. Cette activité collaborative a révélé plusieurs points d'amélioration lors de la collaboration entre la chaire et les partenaires. Trois thématiques générales sont ressorties:

- $\bullet \ \ Les \ divergences \ entre \ les \ projets \ et \ pratiques \ de \ recherche \ et \ les \ projets \ et \ pratiques \ industrielles;$
- La difficulté à coordonner les projets surtout en matière d'échéanciers et d'organisation de la collaboration;
- L'intégration des étudiants aux projets et aux organisations des partenaires.

Plusieurs solutions ont été proposées dont certaines sont actuellement mises en place.

- Le démarrage des projets académiques en hiver pour mieux correspondre aux échéanciers de l'industrie permettra d'améliorer à la fois l'intégration des étudiants aux projets et la coordination des projets ;
- Une meilleure diffusion des projets actuels et futurs de la Chaire permettra un appropriation de ceux-ci par les partenaires industriels et un partage des avancées réalisées.



## PRÉSENTATION DE LA CHAIRE

Une présentation des axes de la Chaire de recherche et de nos partenaires industriels























#### AXE 1: LE BIM ET LA GESTION DES ACTIFS



LEADER DE L'AXE : PR. DANIEL FORGUES

L'axe 1 représente le cœur de la proposition de recherche pour le programme RDC prompt. Il se concentre sur le volet de la gestion des actifs et s'adresse principalement au client.

Ce premier axe vise à développer un cadre de données et de technologies pour la création de valeur. La valeur est décrite de nombreuses façons dans la littérature en matière de Lean, de gestion de projet ou de construction. Cependant, peu de choses sont précisées sur le processus de l'intégration de la création de valeur en tant que point central dans la gestion du portefeuille immobilier.

#### Objectifs:

Fournir aux gestionnaires d'actifs un processus et des outils pour maximiser la création de valeur dans la planification et la gestion de leurs actifs immobiliers.

#### Sous-objectifs:

- 1. Définir la création de valeur en utilisant des indicateurs et des métriques tangibles et mesurables avec un accent particulier sur la gestion de l'énergie;
- 2. Développer un concept d'opération pour un nouveau modèle d'affaires centré sur une approche intégrée couvrant l'ensemble du cycle de vie de l'actif immoblier;
- 3. Préparer, en concertation avec l'industrie, une feuille de route pour opérationnaliser ce modèle.

La notion de gestion des actifs a été formalisée avec la norme ISO 5500, cette notion est présente dans plusieurs autres industries, notamment dans le domaine du rail. Le principe est de prendre en considération l'actif de sa conception à sa démolition "From Cradle to Grave". L'approche traditionnelle en construction implique une séparation entre projet et gestion immobilière. Les projets de recherche de l'axe 1 amènent une perspective complètement différente où le processus de gestion des actifs est totalement intégré et centré sur la donnée pour la prise de décision. Cette condition de la valorisation de la donnée doit s'accomplir à l'intérieur d'un environnement intégré de l'information, objet de la recherche de l'axe 3.

Partenaires de l'axe :



1ERE ÉDITION

Un second point important pour la gestion des actifs concerne la notion de valeur. En effet, l'industrie de la construction est très portée sur les coûts, même en gestion immobilière. Le concept de "Value for money" a été développé en Angleterre dans les années 90. Il apporte l'idée que l'important dans un projet, ce n'est pas le coût du projet, mais le bénéfice engendré. C'est d'ailleurs l'approche qui a été utilisée dans le Quartier International, ce projet qui a coûté 90 millions a aussi rapporté plus d'un milliard en retombées dans le Vieux-Montréal. Donc la vision est vraiment de maximiser les retombées du projet en termes non seulement économique, mais en durabilité et pour le mieux-être de la collectivité, plutôt que se limiter sur une vue étroite de réduction des coûts.

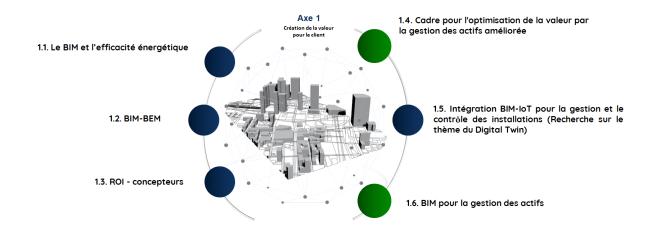


Figure 1 : Présentation de l'axe de recherche 1

Comme présenté à la figure 1, l'axe 1 touche aux concepts d'efficacité énergétique, de BIM- BEM, de retour sur investissement pour les concepteurs et d'internet des objets. Les deux thèmes abordés seront l'optimisation de la valeur par la gestion améliorée des actifs et le BIM pour la gestion des actifs.

Lors de l'atelier, trois projets se concentrant sur la création de la valeur en milieu de gestion des actifs ont été présentés.

Le premier projet, réalisé par Hafsa Chbaly, postulante au doctorat, se concentre sur la création de la valeur au niveau de la définition de projet. Pierre Martel, étudiant à la maîtrise étudie la création de la valeur en ce qui concerne la phase d'exécution et enfin, Sylvie Robichaud, postulante au doctorat étudie la création de la valeur au niveau de la gestion des actifs. (voir annexe)

1ERE ÉDITION

PRÉSENTÉ PAR MICHEL MEUNIER

## Groupe Nordik

## GROUPE NORDIK

Le groupe Nordik est spécialisé dans la création de lieux de détente d'exception. Il opère notamment le Spa Nordique de Chelsea, le plus grand en Amérique du Nord. Il sera bientôt rejoint par un nouvel établissement à Whitby. L'organisation se définit par des valeurs fortes axées sur la collaboration, la qualité et la recherche d'une amélioration continue de l'expérience client.



Chez Nordik, la création de la valeur dans les projets est facilitée par l'usage des processus et pratiques BIM. Elle est visible selon trois axes :

- L'utilisation de la modélisation pour la visualisation et l'optimisation de l'opération des installations;
- L'utilisation de la simulation pour l'optimisation énergétique et la sécurité;
- La transmission et la conservation de l'information produite durant la construction et pendant l'opération.

L'utilisation de la modélisation détaillée des installations permet deux applications. Avoir une perception avancée et détaillée de ce que sera l'expérience client et itérer de façon à l'améliorer, mais aussi, perfectionner les installations de façon à optimiser les opérations et le nombre d'employés nécessaires. Ainsi, Nordik développe ses itérations à l'interne de façon à préciser les requis fournis aux professionnels. Il a adopté pour ce faire la réalisation intégrée de projets ainsi que des modes de travail agiles et Lean.

La simulation énergétique est très importante pour l'opération des spas, car elle touche à la fois à la dépense énergétique et à la sécurité des clients sur le site. Étant donné le besoin de « chauffer dehors », l'optimisation et le bon fonctionnement des installations mécaniques sont une priorité. La transmission et la conservation des informations produites de la conception vers les opérations sont alors décisives. Demander et utiliser les maquettes BIM telles que construit, notamment via la transmission des données vers le logiciel de gestion des opérations permet un gain de temps considérable. En effet, avant cela, une information était en moyenne entrée sept fois dans la base de données.

Enfin, le groupe développe un climat de partage et de collaboration avec ses partenaires. Ainsi, il transmet ses valeurs qui sont à la fois humaines et monétaires par la production de projets de qualité.



MICHEL MEUNIER
Directeur Produit et Design

" LE FAIT DE TRAVAILLER EN BIM NOUS DONNE L'OPPORTUNITÉ DE BIEN DÉVELOPPER NOS REQUIS ET AUSSI DE BIEN LES COMMUNIQUER À L'ÉQUIPE"

## AXE 2 : AUTOMATISATION DE LA CONSTRUCTION & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.



LEADER DE L'AXE : PR. IVANKA IORDANOVA



LEADER DE L'AXE : PR. ALI MOTAMEDI

Ce second axe vise à proposer des méthodes et des technologies permettant de tirer parti de la productivité grâce à l'automatisation.

Le BIM ouvre de nouvelles voies d'innovation dans le secteur de la construction grâce à la transformation numérique. Il a également créé des possibilités d'importation de méthodes de fabrication et de meilleures pratiques dans le secteur de la construction. Sur cette base, et en s'appuyant sur les environnements de données créés autour du BIM et de l'Internet des Objets, l'intelligence artificielle (IA) et l'apprentissage machine peuvent être appliqués pour apporter l'automatisation aux processus de conception-construction-opération.

Cet axe est divisé en deux grands volets, automatisation de la production numérique et de la construction, ainsi que la construction hors-site et modulaire, dirigés par la professeure Ivanka Iordanova et celui de l'intelligence artificielle et ses applications dans la construction dirigé par le professeur Ali Motamedi.

#### Objectifs:

Au travers de l'automatisation des processus et l'intelligence artificielle, l'axe 2 de la Chaire de recherche vise l'amélioration de la productivité, une meilleure qualité et santé sécurité ainsi que la génération de valeur pour le client.

#### Sous-objectifs:

- 1) Explorer la symbiose entre le BIM et l'automatisation de la construction son potentiel et les gains possibles pour l'augmentation de la productivité et de la qualité ;
- 2) Automatiser divers processus de conception, de construction et d'exploitation en intégrant les données BIM et IdO et en utilisant l'IA pour l'analyse des données et la réalité augmentée et virtuelle (AR/VR) pour la visualisation (y compris le développement d'algorithmes, de logiciels ou d'interfaces de programmation d'applications (API) pour les BIM connectées);
- 3) Expérimenter les méthodes proposées dans un contexte pratique avec des partenaires et de mesurer des gains de productivité.







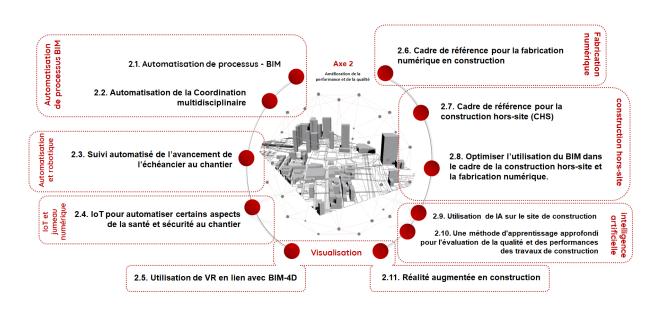


Figure 3 : Présentation de l'axe de recherche 2

Dans cet atelier, les projets les plus avancés ont été présentés par les étudiants.

La figure 3 représente les quatre regroupements ou orientations présents dans l'axe 2, à savoir :

- L'automatisation avec la robotique: suivi automatisé de l'avancement de l'échéancier au chantier. Le travail de 3 étudiants gradués sur ce sujet a été présenté lors de l'atelier. De l'expertise sur la navigation de robots autonomes (rovers), et sur le relevé de données hybrides (par SLAM et de balises BLE) est combinée avec celle sur BIM dans l'objectif de permettre le suivi semi-autonome de l'avancement du chantier
- IdO et jumeau numérique: l'IdO pour automatiser certains aspects de la santé et la sécurité au chantier
- La construction hors site: cadre de référence pour la construction hors site (CHS). Les premiers travaux sur ce sujet ont étudié le cas de la construction modulaire de l'extension de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont dans l'urgence de la pandémie de la Covid19
- L'intelligence artificielle: une méthode d'apprentissage approfondie pour l'évaluation de la qualité et des performances des travaux de construction

PAGE 10

#### Intervention du groupe Canam



Présenté par Daniel Barbeau

Les intérêts du groupe CANAM se situent majoritairement dans l'axe 2 de la Chaire de recherche. Leur objectif est de créer une chaîne d'information efficace à travers la réduction des défauts et de la perte de données.

Leurs projets leur ont permis de souligner l'efficacité de l'automatisation des processus de travail, mais aussi l'importance de la numérisation, par exemple dans le cadre de la collecte automatisée des données sur site. Plusieurs autres axes de travail intègrent des concepts tels que la valorisation des données qui permet en amont, une acquisition et une prise de décision automatisées, ou encore le cycle de vie informationnel. En effet, Canam vise la réduction du "lead time" à travers une séparation graduelle de son intelligence d'affaires des plateformes propriétaires.

Pour conclure, les axes de travail de Canam ont démontré leur concordance avec les orientations de la Chaire de recherche. Cette adéquation donnera certainement lieu à plus de collaboration entre les deux parties.

#### Intervention de Pomerleau



Présenté par Isaac Charbonneau Beaulieu

Grâce aux efforts mis en recherche et développement, Pomerleau a présenté trois innovations développées dans le cadre de l'automatisation en construction. Tout d'abord, SPOT, un robot quadrupède développé par Boston Dynamics qui a été utilisé pour l'acquisition des données sur le chantier au travers de photos 360. Cette intégration a permis à l'entreprise d'automatiser la collecte de données sur chantier et ainsi d'assurer une meilleure productivité en construction. La deuxième innovation est la préfabrication, cette méthodologie de construction est une alternative à la répétitivité des tâches. En effet, elle permet une amélioration du contrôle qualité, une simplification des processus de conception et améliore grandement la collaboration entre les parties prenantes. Pour finir, le simulateur d'équipements permet d'évaluer la capacité de livraison des équipements sur le chantier, il permet ainsi d'anticiper les erreurs de livraison et assure une meilleure productivité du chantier de construction.

Pomerleau concrétise l'intégration des innovations en construction. Ils ont souligné les avantages de la numérisation et de la collaboration, et ainsi contribué à l'enrichissement de cet atelier.

#### AXE 3 : ENVIRONNEMENTS DE DONNÉES INTÉGRÉES



LEADER DE L'AXE : PR. ÉRIK POIRIER

Ce dernier axe vise à définir une approche fondée sur les données pour l'intégration des informations relatives au cycle de vie des actifs bâtis. L'un des principaux avantages du BIM est de fournir une plate-forme d'information partagée aux parties prenantes du cycle de vie des actifs.

Toutefois, les plates-formes BIM disponibles sont limitées à un environnement d'information basé sur des projets. En outre, très peu de propriétaires de bâtiments ont intégré l'infrastructure et les processus d'information pour gérer leurs actifs de manière stratégique en mettant l'accent sur la valeur.

#### Objectif:

Proposer une approche visant à inverser la chaîne de valeur, en plaçant les décideurs au premier plan du processus de planification et de conception des bâtiments.

#### Sous-objectifs:

- 1. Comprendre les obstacles pratiques et techniques qui entravent le déploiement des solutions actuelles de l'environnement commun de données (CDE) ;
- 2. Développer des approches de gestion de l'information et des solutions technologiques pour éliminer ces obstacles et faciliter un traitement Lean de l'information dans un environnement commun de données ;
- 3. Proposer des solutions pour étendre l'utilisation du CDE tout au long du cycle de vie des actifs construits à diverses fins, y compris la réduction de l'empreinte environnementale des actifs construits grâce à une meilleure gestion de l'énergie en utilisant l'internet des objets (IdO).

Partenaires de l'axe :







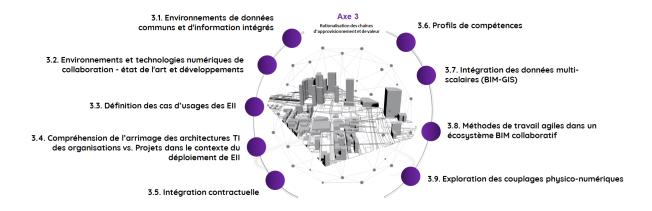


Figure 7 : Présentation de l'axe de recherche 3

L'axe 3 traite l'intégration de l'information tout au long du cycle de vie par des environnements de données communs.

Avec cet objectif, l'axe 3 est complémentaire avec le premier axe. Il permet une continuité de cette approche en se focalisant sur le stockage et la manipulation des informations recueillies dans l'axe 1. L'axe contient des aspects socio-techniques, car il inclut davantage les procédures et les facteurs humains dans le contexte de la gestion et de l'intégration de l'information.

PRÉSENTÉ PAR LOUIS TREMBLAY



## VILLE DE QUÉBEC

La première utilisation du BIM dans un projet de la Ville de Québec remonte en 2013, avec la construction de l'amphithéâtre multifonctionnel réalisée en partenariat avec le GRIDD et l'entreprise Pomerleau. En 2016, deux projets pilotes ont été identifiés dans le but d'initier une démarche BIM organisationnelle au Service de la gestion des immeubles. L'engouement généré par cette approche a fait en sorte qu'au fil des ans, tous les nouveaux projets de bâtiments ont été lancés suivant les exigences BIM.



Depuis, c'est onze projets de tailles variant de 2M\$ à 100 M\$ qui ont été complétés ou qui sont en cours de réalisation. Ces projets ont fortement contribué à construire, de façon itérative et en collaboration avec l'industrie, la vision de la Ville pour sa transition numérique.

Dès le lancement de la démarche, un des objectifs primordiaux ciblés était la consolidation de l'information de projet afin d'appuyer l'exploitation et d'entretien. En partant de la finalité pour définir les besoins, les processus de transfert et de gestion de l'information ont été analysés et ajustés de manière à favoriser la génération d'une information à valeur ajoutée pour la gestion des actifs immobiliers. En capturant et en structurant adéquatement cette importante somme d'informations sur les bâtiments, le Service s'offre le potentiel d'optimiser ses pratiques d'exploitation et d'entretien en se fiant à une information de qualité.

Afin soutenir ce changement organisationnel et en collaboration avec le Service des technologies de l'information, un projet transversal à l'ensemble de la Ville a vu le jour visant la mise en place d'une Stratégie de gestion de l'information et d'un référentiel de données partagées pour la gestion de projets et l'exploitation des actifs immobiliers. Ce projet vise à supporter l'organisation dans l'identification d'un écosystème informatique permettant l'utilisation transversale des données dans une perspective de gestion intégrée du parc immobilier.

Aujourd'hui, en plus de consolider le travail déjà amorcé, le défi est de soutenir l'organisation dans l'exploitation de l'information livrée par les projets et d'accompagner le personnel dans cette transition numérique organisationnelle.



LOUIS TREMBLAY
Responsable BIM pour la Ville
de Québec

" LE PROJET D'IMPLANTATION DU BIM A PERMIS À LA VILLE DE PORTER UN REGARD NOUVEAU SUR SES PRATIQUES D'AFFAIRES AFIN DE LES INTÉGRER GRÂCE À UNE TRANSITION NUMÉRIQUE" INTRODUIT PAR LOUIS RIVEST



## PROJETS HYDRO-QUÉBEC

## Étude exploratoire sur les enjeux de la responsabilité face au déploiement des outils et des processus liés à la maquette.

Présenté par Michel Guévremont, Hydro-Québec

Le premier projet exposé par Hydro-Québec était celui de Maggie Falardeau. Michel Guévremont à présenté un bref aperçu des résultats obtenus. Le contexte de cette étude est défini par l'intérêt de l'utilisation des maquettes numériques 3D sur le plan organisationnel. En effet, les enjeux de responsabilités face à la maquette 3D manquent toujours de clarté, particulièrement dans le cas de la signature d'un document 3D. Cette étude vise alors l'exploration des préoccupations liées à la définition des responsabilités, elle a aussi pour but de faire une étude comparative qui traite de cet enjeu entre le milieu de la construction et celui des utilisateurs "Project Life Management" (PLM) en aéronautique.

Maggie Falardeau a réalisé des entrevues pour collecter les données pour ce projet. Suite à l'analyse des premiers résultats et d'un deuxième questionnaire plus approfondis, elle a débuté une étude comparative avec le milieu de l'aéronautique. Les principaux résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont révélé que le manque de compréhension globale des maquettes constitue l'une des principales difficultés, tant dans le milieu de la construction que dans celui de l'aéronautique. Cette incompréhension mène la plupart du temps à la critique des concepteurs et non de la technologie qu'ils utilisent. À travers cette étude, Maggie Falardeau a fourni une meilleure compréhension de la situation des responsabilités vis-à-vis des maquettes 3D. Hydro-Québec a ainsi soulevé un enjeu conséquent dans le cadre de cet atelier qui est à explorer avec plus de profondeur dans des études futures.



Maggie Falardeau

## Vers une utilisation conjointe de données multi-sources pour la génération, le traitement et l'enrichissement des nuages de points multicouches de parcelles et d'ouvrages existants.

Présenté par Jean-François Duguay, Hydro-Québec

Le deuxième projet présenté est mené par Jérémy Montlahuc et encadré par l'ÉTS, l'ENSAM et Hydro-Québec. Le thème principal de la recherche est le traitement de l'utilisation des nuages de points avec des données de sources multiples.

Un nuage de points représente le regroupement d'un grand nombre de coordonnées spatiotemporelles. Parmi les technologies de mesure liées, on peut par exemple évoquer le LIDAR qui peut être terrestre lorsqu'une forte précision est requise, ou aérienne s'il faut couvrir un territoire large. La photogrammétrie est également liée au nuage de points par autocorrélation d'images et peut être employée dans les zones inaccessibles, notamment grâce à des drones. Les objets identifiés lors de la mesure peuvent ainsi être classés. L'utilisation de ces technologies avec des outils de géo-positionnement tels que le GPS, permet la création de nuages de points.

Les technologies de mesure citées précédemment sont toutes utilisées dans les projets d'Hydro-Québec. Celui présenté en utilisait plusieurs, d'où la notion de données venant de sources multiples. Ainsi, ce projet vise à classifier les différents nuages de points, afin de les segmenter par zone et d'optimiser les sources de ces zones segmentées. Par ces objectifs, ce projet vise à obtenir un nuage de points global, classé et classifié.



Jérémy Montlahuc

## Comparaison du BIM et du PLM du point de vue de la gestion des modifications d'ingénierie

Présenté par Harry Labajian, Hydro-Québec

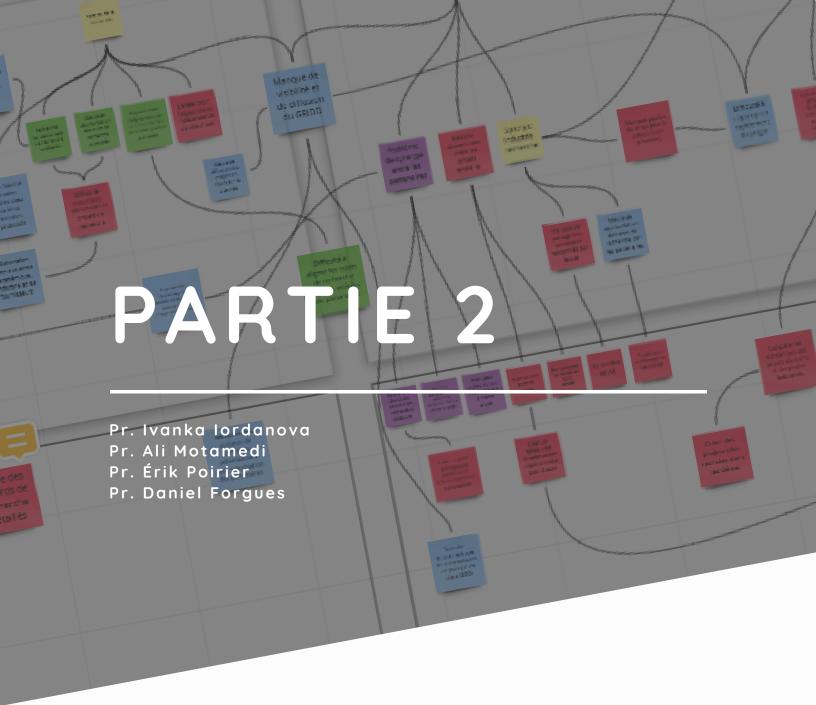
Le dernier projet en partenariat avec Hydro-Québec a été mené par Hamidreza Pourzarei et traite de la pollinisation croisée de la modélisation du bâtiment (BIM) et de la gestion du cycle de vie des produits (PLM).

Le BIM et le PLM de manière générale permettent d'obtenir la bonne information au bon moment et sous la bonne forme. Le travail sur ces outils se fait en temps réel, dans le but de faciliter la collaboration. Malgré la plus grande maturité du PLM due à son implantation plus ancienne par rapport au BIM, les deux approches peuvent parfaitement être associées et utilisées parallèlement. Pour Hydro-Québec, l'utilisation du BIM et du PLM permet «d'assurer une progression harmonieuse pour franchir tous les jalons stratégiques d'un projet de sa genèse à sa fin de vie» par une approche holistique. Dans ce projet, les équipes souhaitent prendre les meilleures pratiques du PLM en lien avec la gestion du changement d'ingénierie (ECM) pour les appliquer au BIM.

La pollinisation croisée a été envisagée à l'origine pour des motifs de transfert de données du BIM vers le PLM. Pour cela, il est nécessaire de comparer les deux approches dont on connaît les paradigmes fondamentaux. L'ECM (ou BTM) concerne principalement des changements à la phase conception lors des travaux d'exécution et traitent des demandes de modifications techniques. Il assure que ces demandes soient exécutées et enregistrées efficacement. L'ECM est à considérer sérieusement dans l'industrie gérée sous les approches BIM-PLM, car le nombre de changements peut être conséquent. Dans le cadre du projet, l'utilisation de la pollinisation croisée pour le BIM-PLM dans le cadre de l'ECM permet d'éviter l'irrégularité ou l'arrêt de l'avancement des travaux d'exécution.



Hamidreza Pourzarei



## ATELIERS COLLABORATIFS **INNOVER ENSEMBLE**

L'enjeu collaboratif entre la recherche académique et les partenaires professionnels



























#### INTRODUCTION

Les ateliers Innover ensemble, en fin de rencontre, ont permis de réunir une trentaine de participants, (étudiants, professionnels et professeurs) autour de deux questions :

- 1. Quels sont les défis rencontrés durant les projets de collaboration entre la chaire et les professionnels ?
- 2. Comment les résoudre?

Les participants ont été divisés en quatre groupes allant de cinq à huit personnes afin d'échanger via la plateforme de collaboration Miro permettant de travailler sur un tableau virtuel.

Les participants ont identifié plusieurs défis et proposés des solutions à explorer. Plusieurs thèmes communs ont été dégagés. Premièrement, certains défis et solutions avaient été abordés dans plusieurs ateliers. Deuxièmement, beaucoup de thèmes étaient interdépendants, nous permettant de faire le lien entre eux. Les défis et solutions rapportés durant les ateliers et liens réalisés sont représentés en *Figure 11*.

Après un premier classement, nous avons entré toutes les problématiques et les liens entre elles dans le logiciel de visualisation de données en ligne Kumu. Ceci nous a permis de faire ressortir trois "cluster" de problématiques interdépendantes. Il s'agissait de :

- la divergence entre le fonctionnement de l'industrie et le fonctionnement de la recherche;
- la difficulté de coordonner les projets;
- la complexité à intégrer les étudiants à l'organisation.

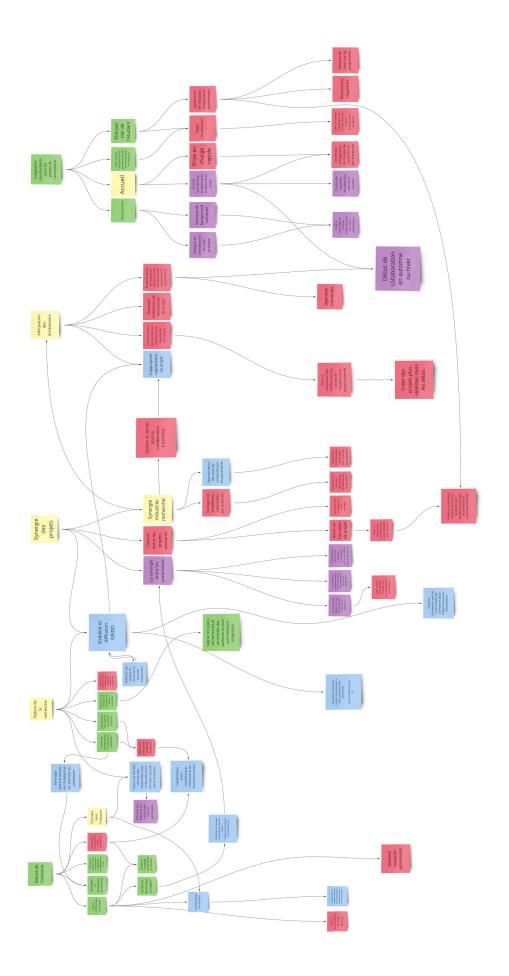


Figure 11: Premier classement des problématiques et solutions

#### NATURE DE L'INDUSTRIE, NATURE DE LA RECHERCHE

#### Problématiques

Le premier "cluster" identifié par les participants des ateliers "innover ensemble" concerne les divergences entre la nature de la recherche et celle de l'industrie de la construction, ainsi que le manque de visibilité et de diffusion des projets du GRIDD. En effet, pour une collaboration efficace des pôles académiques et industriels, il est primordial de développer une compréhension mutuelle des besoins, attentes et intérêts de chacun et aussi de partager l'avancée des réalisations et d'offrir une visibilité sur les projets engagés.

Dans ce cluster, les problématiques soulevées à propos de la nature de l'industrie concernent premièrement les données, ensuite les résultats de recherche et enfin l'écosystème de recherche.

Tout d'abord, l'utilisation des données, leur partage, leur qualité et leur potentielle confidentialité représentent un défi considérable évoqué dans trois des quatre groupes d'atelier. Pour réaliser un projet de recherche pertinent, l'étudiant va devoir obtenir des données fournies par le partenaire. Ces données disponibles répondent aux besoins de l'industriel. Elles se révèlent souvent, insuffisamment complètes, structurées ou fiables pour les besoins de la recherche. De plus, l'accès ou l'utilisation de ses données peut représenter des enjeux technologiques, éthiques ou de confidentialité sans compter les questions de propriété intellectuelle. Que peuvent réellement partager les partenaires durant et à l'issue du projet de recherche?

En effet, réaliser des projets de recherche et développement avec l'aide du pôle académique permet aux partenaires de travailler sur des projets d'innovation qu'ils n'auraient pas le temps d'aborder en temps normal ou dans un contexte de projet. Les innovations découlant de ces projets de recherche peuvent représenter un avantage compétitif pour ces organisations qu'elles souhaitent conserver. Le partage expansif des données utilisées et des résultats comme il est d'usage dans la recherche pourrait être perçus comme réduisant cet avantage aux partenaires investis dans les projets de recherche.

Cela mène à la question abordée par les participants de la collaboration et de la compétition entre les partenaires de la chaire.

Quelles données, quels résultats peuvent être partagés entre les partenaires de la chaire, où commence la collaboration autour des projets de recherche ?

Les problématiques abordées dépendant de la nature de la recherche concernent principalement le type de recherche et l'alignement des besoins et des intérêts des différentes parties prenantes.

Tout d'abord, en recherche fondamentale comme en recherche appliquée, il y a une certaine difficulté à réaliser un arrimage entre les besoins de l'étudiant en matière de recherche et les attentes du partenaire. Les partenaires ont affirmé avoir du mal à s'approprier les projets de recherche proposés et ensuite à les appliquer. Il y a donc une certaine disparité d'alignements entre les intérêts des différentes parties prenantes. Ce qui rend complexe la collaboration entre l'académique et l'industriel.

Tous ces points convergent vers la question du développement d'un écosystème de recherche apportant une synergie dans les projets et permettant de rencontrer les besoins de toutes les parties prenantes, que ce soit en matière d'avantages compétitifs, de collaboration et d'émulation au niveau de l'innovation, de données, de publications académiques et de neutralité de la recherche.

Un dernier point abordé concerne le manque de visibilité et de diffusion des projets du GRIDD. Ce point peut être associé à la difficulté des partenaires à s'approprier les projets de recherche abordés par la Chaire. Diffuser plus les projets en cours notamment sur le site web permettrait de les rendre plus concrets, de susciter de l'intérêt et peut-être de mieux aligner la priorisation des projets avec les intérêts des partenaires.

La Figure 13 résume les problématiques abordées dans ce premier cluster ainsi que leurs interrelations.

#### Solutions

Tout d'abord, la mise en place d'un environnement sécurisé pour le partage des données permettra à l'étudiant d'utiliser les données fournies tout en les conservant dans un environnement de confiance pour les partenaires. Il en est de même concernant les résultats du projet de recherche avant publication qui pourront être conservés et consultés par le partenaire.

La seconde solution proposée concerne la rédaction d'accords de recherche détaillés prenant en compte à la fois le niveau de propriété intellectuelle à conserver par les partenaires et les besoins de publication et de diffusion académique comme industrielle visant à contribuer au rayonnement de la Chaire. Cette solution déjà été mise en oeuvre, notamment par l'accord signé entre l'ÉTS et les différents partenaires de la Chaire.

Enfin, toujours dans une idée de partage et de diffusion, il a été proposé de mettre en ligne, avec l'autorisation des partenaires, certaines diapositives des présentations étudiantes.

Le tableau 1 ci-dessous résume les différentes problématiques et solutions abordées pour ce cluster.

1ERE ÉDITION

Problématiques	Solutions
Qualité, confidentialité, accessibilité des données	Environnement de partage de données sécurisé
Partage des résultats de recherche, relation de collaboration VS compétition entre les partenaires	Accords de recherche détaillés
Arrimage des besoins de l'étudiant et des attentes du partenaire	
Appropriation des projets de recherche et application des innovations développées au cours de ces projets par les partenaires	Meilleure diffusion des innovations et des projets pour une meilleure appropriation
Manque de diffusion des projets du GRIDD	

Tableau 1 : Récapitulatif des problématiques et solutions du premier cluster

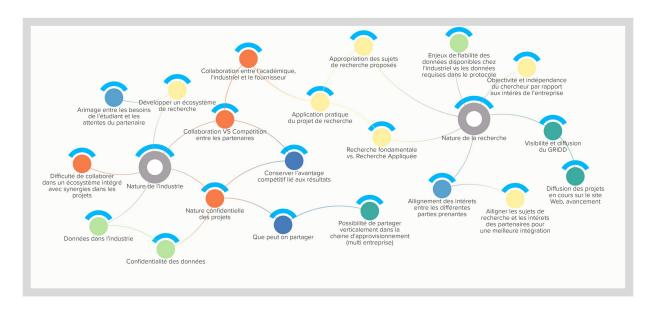
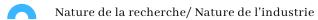


Figure 13 : Cluster nature de l'industrie, nature de la recherche





1ERE ÉDITION

#### COORDINATION DES PROJETS

#### Problématiques

Le deuxième cluster des enjeux répertoriés concerne la coordination des projets recherche-industriels. Les groupes des ateliers ont abordé deux thèmes principaux, à savoir, la synergie des projets et l'adéquation des échéanciers.

Le premier thème regroupe les défis qui nuisent à la cohésion des investigations faites dans le cadre de partenariats académiques et industriels. Parmi les problèmes abordés dans ce thème, on retrouve notamment une synergie insuffisante entre les équipes de recherche et industrielles due à un manque de partage des problèmes de terrain, un manque de compréhension des axes de recherche par les partenaires et une gestion déficiente du temps dédié à la collaboration, comme les réunions de projet. Les participants à l'atelier ont également souligné la discontinuité entre les projets en cours et des problèmes de synergie interne entre les partenaires. Le manque de synergie des projets aurait comme effet d'engendrer un manque de visibilité des travaux de recherche du GRIDD avec ses différents partenaires.

Le second thème de ce cluster traite du manque d'adéquations des échéanciers des projets. Ainsi, certains points ressortent de l'atelier tels que la difficulté des étudiants à s'approprier le projet rapidement et la discordance dans les emplois du temps entre les équipes de recherche et les partenaires, notamment parce que le calendrier académique ne correspond pas toujours à celui de l'industrie. Au niveau des échéanciers, il ressort que leur coordination est difficile et qu'il arrive qu'ils soient également mal estimés.

La figure 14 ci-dessous résume les problématiques abordées dans ce second cluster ainsi que leurs interrelations.

#### Solutions

De manière globale, le premier thème de ce cluster a récolté le plus de solutions correspondant aux enjeux dans le déroulement de l'atelier. Ainsi, pour améliorer la synergie entre les partenaires, on pourrait privilégier la participation de collaborateurs de domaines différents et multiplier les avis industriels pour un même projet. Les participants ont également proposé de référer à la Chaire de recherche des partenaires intéressés pour collaborer, ce qui permettrait de créer un lien entre les groupes exploitants ceux d'ingénierie-construction (E&C). Pour les liaisons entre les projets existants, les répondants ont suggéré de mettre en place un environnement partagé et mettre en valeur les livrables et les attentes de chaque équipe par le biais de tableaux de bord. La synergie entre la Chaire et les partenaires peut être améliorée par des plateformes d'information sur les projets. Enfin, les problèmes de manque de diffusion des travaux du GRIDD pourraient se résoudre par un travail étroit avec les organismes pratiques dans la construction comme le groupe BIM Québec.

Quant aux enjeux d'adéquation des échéanciers, les participants ont recommandé de comparer les échéanciers entre les groupes de recherche et ceux des partenaires, afin d'instaurer des délais plus réalistes. Ainsi, cela améliorerait la coordination des échéanciers et donc, des projets. Pour réduire la discordance entre les emplois du temps des équipes, une solution serait d'utiliser des agendas connectés et de privilégier l'automne ou à l'hiver, plutôt que l'été, pour débuter les projets, ce qui faciliterait la coordination de projet.

Le tableau 2 résume les problématiques et solutions abordées dans ce cluster.

Problématiques	Solutions
Discontinuité des projets en cours	Privilégier la participation de collaborateurs de domaines différents et multiplier les avis industriels.
Synergie insuffisante entre équipe de recherche et équipe industrielle	Référer à la Chaire des partenaires intéressés à collaborer
	Travail étroit avec des organismes pratiques tels que le GBQ
Manque d'adéquation des échéanciers	Comparaison des échéanciers et mise en place de délais réalistes
	Agendas connectés et début des projets en hiver

Tableau 2 : Récapitulatif des problématiques et solutions du second cluster

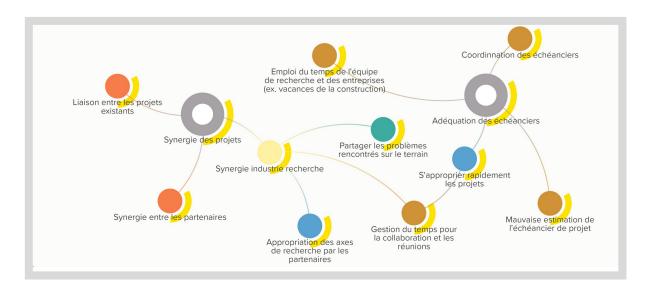
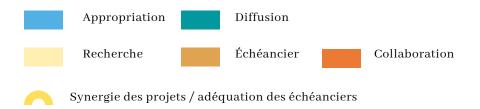


Figure 14 : Cluster coordination des projets



#### INTÉGRATION DES ÉTUDIANTS

#### Problématiques

Le troisième et dernier cluster abordé lors de l'atelier est l'importance de l'intégration des étudiants dans les entreprises et la nécessité de bien les intégrer dans le contexte de leurs projets respectifs. En effet, l'enjeu de l'intégration des étudiants a été évoqué dans trois des quatre groupes. Les principales problématiques évoquées sont les suivantes :

- Un recrutement difficile;
- Un accueil qui peut être mal pris en charge;
- Une difficulté à créer des liens entre l'étudiant et la personne appropriée dans l'entreprise ;
- Le manque de clarté du rôle de l'étudiant.

Ces problématiques sont causées par plusieurs facteurs. La difficulté du recrutement par exemple, a été soulignée par les professionnels. Ces derniers ont évoqué que le manque de connaissances pratiques et d'expérience industrielle constituent les principaux éléments de cet enjeu.

Pour l'accueil mal pris en charge, les causes sont perceptibles. Il n'existe pas de processus clair du point de vue de l'industriel qui permet d'arrimer l'arrivée d'un étudiant avec le début d'un projet, d'où la difficulté d'une prise en charge rapide. Du point de vue académique, c'est la charte de projet qui tiens ce rôle.

En dernier lieu, la difficulté de créer des liens entre les personnes appropriées (étudiants et entreprise), est principalement due au manque de clarté du degré d'implication de chacun qui, bien qu'abordé dans la charte de projet devrait être mieux détaillé. Cette cause a aussi été mentionnée pour la dernière problématique, elle a été appuyée par la supervision discontinue de l'étudiant académiquement et industriellement. Certaines solutions face à ces problématiques ont été proposées par les différents groupes.

La figure 14 ci-dessous résume les problématiques abordées dans ce second cluster ainsi que leurs interrelations.

#### Solutions

Les propositions de solutions à la question d'intégration des étudiants ont eu un écho dans deux des quatre groupes de l'atelier. Ces suggestions tentent de pallier aux causes des problématiques.

Parmi les solutions suggérées, favoriser une intégration plus intensive des concepts industriels dans les programmes académiques. Cette intégration viserait à améliorer les compétences professionnelles des étudiants.

De plus, afin d'optimiser l'accueil des étudiants et d'assurer leur prise en charge rapide, le développement d'un processus d'intégration de l'équipe de recherche et de l'entreprise est nécessaire. Ce processus pourrait ainsi assurer la continuité des projets entre les étudiants.

Pour promouvoir une meilleure clarté des degrés d'implication, la création d'un tableau organisationnel sur les rôles des intervenants dans le projet a été suggérée, actuellement, la charte de projet de la chaire contient un tableau des responsabilités de chaque intervenant qui sera à l'avenir mis en avant au démarrage du projet. Cette notion a aussi été proposée pour améliorer le suivi des projets.

En effet, les participants ont souligné l'importance des rencontres régulières et la préparation de tableaux de bord d'avancement pour améliorer ce suivi.

Deux propositions de solutions se sont recoupées avec l'aspect de coordination des projets. Ces suggestions auraient un impact direct sur la mise en contexte des étudiants.

Dans un premier lieu, lorsque les professionnels ont été interrogés sur le moment opportun d'accueillir des étudiants, ces derniers ont avancé qu'il est préférable de débuter la collaboration en automne ou en hiver. En effet, la planification des rencontres serait plus intéressante en cette période de l'année puisque les vacances de la construction ont lieu l'été.

En second lieu, une amélioration des définitions des besoins avec les étudiants a été jugée cruciale pour appuyer leur supervision. Ces définitions contribuent à réduire les discontinuités entre les projets. Finalement, les solutions n'ont pas été développées suffisamment du à la contrainte de temps. cependant, plusieurs propositions aux défis soulevés ont été abordées.

Le tableau 3 résume les problématiques et solutions abordées dans ce cluster.

Problématiques	Solutions
Recrutement difficile	Intégration intensive des concepts industriels dans les programmes académiques
Accueil des étudiants mal pris en charge	Processus d'intégration de l'équipe de recherche
Difficulté à mettre en place des liens entre l'étudiant et les personnes ressources	Rencontres régulières et tableaux de bords d'avancement, amélioration du suivi des projets.
	Accueil des nouveaux étudiants en hiver

Tableau 3 : Récapitulatif des problématiques et solutions du troisième cluster

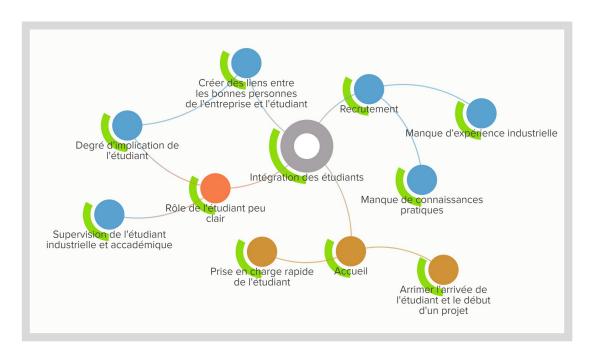
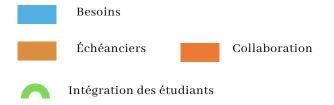


Figure 15 : Cluster intégration des étudiants



#### INTERCONNECTIONS DES PROBLÉMATIQUES

Les trois thèmes abordés au cours de l'atelier, à savoir la nature de l'industrie et de la recherche, la coordination des projets et l'intégration des étudiants possèdent certains points convergents et aussi, certaines solutions communes. Ces points ont été évoqués dans différents groupes d'ateliers. Les solutions proposées seront appliquées en priorité afin d'améliorer la collaboration entre les partenaires industriels et le pôle académique.

Tout d'abord, le manque de visibilité de la Chaire touche à la fois aux thèmes de la coordination des projets et de la disparité entre la nature de l'industrie et la nature de la recherche. Une meilleure diffusion des projets de recherche en cours et de leurs avancées permettrait aux partenaires de mieux s'approprier les projets de la Chaire et donc de préparer leurs futures collaborations. Cela permettrait aussi aux étudiants de diffuser les avancées et applications pratiques potentielles de leurs projets de recherche pour l'industrie.

La seconde problématique concerne l'alignement des sujets de recherche avec les intérêts des partenaires. Ceci touche à la fois à la coordination du projet avec la question du "timing": quels projets réaliser à quel moment afin qu'ils répondent à une problématique d'intérêt pour l'industrie et à la question de la nature de la recherche qui peut être axée sur des considérations plus générales que celles de l'industrie ? Cette problématique représente aussi un manque de communication entre les deux pôles puisqu'une meilleure définition des besoins de l'industrie pourrait aider à la résoudre.

Enfin, la troisième problématique, la faible appropriation des objectifs liés à l'entente de recherche découlant de la RDC-Prompt touche à la fois à la coordination des projets et à la dichotomie entre la nature de la recherche et la nature de l'industrie. En effet, une faible appropriation de ces objectifs par les partenaires influe sur leur implication par rapport aux projets et aussi à leur mise en oeuvre. Cette problématique est aussi renforcée par le peu de diffusion des avancées accomplies au cours des projets réalisés.

Deux solutions proposées au cours des ateliers aident à répondre à la fois à la problématique de la coordination de projet et à celle de l'intégration des étudiants.

Premièrement, le fait de débuter les projets en automne ou en hiver aider à ce que l'étudiant puisse être accueilli et encadré par les bonnes personnes au sein de l'organisation. En effet, la période de l'été n'est pas l'idéale car les employés sont surchargés de travail avant les vacances de la construction. Cela réduit la disponibilité des employés chez le partenaire pour la gestion de nouveaux stagiaires. Ensuite, cela permet de débuter les stages en même temps que la période de démarrage des projets et donc de mieux adapter les échéanciers.

Deuxièmement, le fait d'améliorer la définition des besoins des partenaires avec les étudiants permettra de mieux circonscrire les premières étapes du projet et d'avoir un meilleur démarrage, ce qui permettra de mieux coordonner les échéanciers.

#### CONCLUSION

Plusieurs enjeux ont été répertoriés lors de cet atelier et se concentrent autour de trois grands thèmes: Les problématiques relatives à la nature de l'industrie et de la recherche, la coordination des projets et l'intégration des étudiants chercheurs. Par manque de temps, les solutions associées ont été moins nombreuses, mais très pertinentes avec les sujets abordés. Ainsi, certaines d'entre elles concernent des outils de collaboration entre les équipes, notamment sur les échéanciers et la progression des projets et leur organisation. D'autres solutions suggèrent une meilleure préparation des projets pour les enjeux traitant des rôles des équipes, les accords de recherche pour l'exploitation des résultats et la gestion du projet.

La collaboration et la communication entre les différentes équipes participant au projet sont cruciales au bon déroulement de la recherche et des partenariats. Dans le cas du GRIDD, des solutions à ce sujet sont déjà opérationnalisées dans ses projets. Parmi elles, on retient entre autres le démarrage des projets à l'hiver ou à l'automne, l'utilisation accrue de Microsoft Teams au sein de la Chaire et des améliorations dans le partage et la diffusion des projets. Les conclusions de cet atelier permettront d'entamer des discussions plus approfondies sur l'amélioration de la collaboration entre les équipes académiques et industrielles.

#### TABLEAU RÉCAPITULATIF

Problématiques	Solutions
Nature de la recherche et nature de l'industrie	
Qualité, confidentialité, accessibilité des données	Environnement de partage de données sécurisé
Partage des résultats de recherche, relation de collaboration VS compétition entre les partenaires	Accords de recherche détaillés
Arrimage des besoins de l'étudiant et des attentes du partenaire	
Appropriation des projets de recherche et application des innovations développées au cours de ces projets par les partenaires	Meilleure diffusion des innovations et des projets pour une meilleure appropriation
Manque de diffusion des projets du GRIDD	
Coordination des projets	
Discontinuité des projets en cours	Privilégier la participation de collaborateurs de domaines différents et multiplier les avis industriels.
Synergie insuffisante entre équipe de recherche et équipe industrielle	Référer à la Chaire des partenaires intéressés a collaborer
	Travail étroit avec des organismes pratiques tels que le GBQ
Manque d'adéquation des échéanciers	Comparaison des échéanciers et mise en place de délais réalistes
	Agendas connectés et début des projets en hiver
ntégration des étudiants	
Recrutement difficile	Intégration intensive des concepts industriels dans les programmes académiques
Accueil mal pris en charge	Processus d'intégration de l'équipe de recherche
Difficulté à mettre en place des liens entre l'étudiant et les personnes ressource	Rencontres régulières et tableaux de bords d'avancement, amélioration du suivi.
	Accueil des nouveaux étudiants en hiver

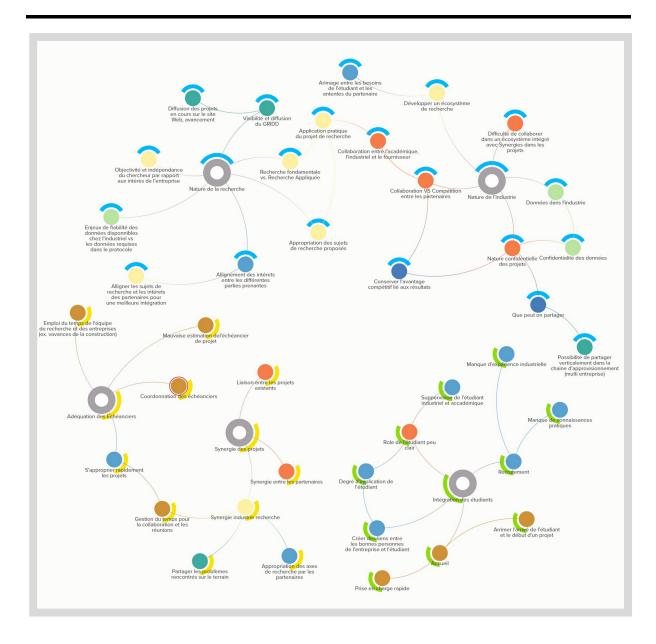
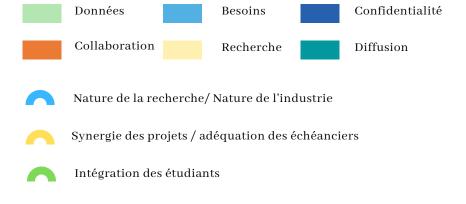
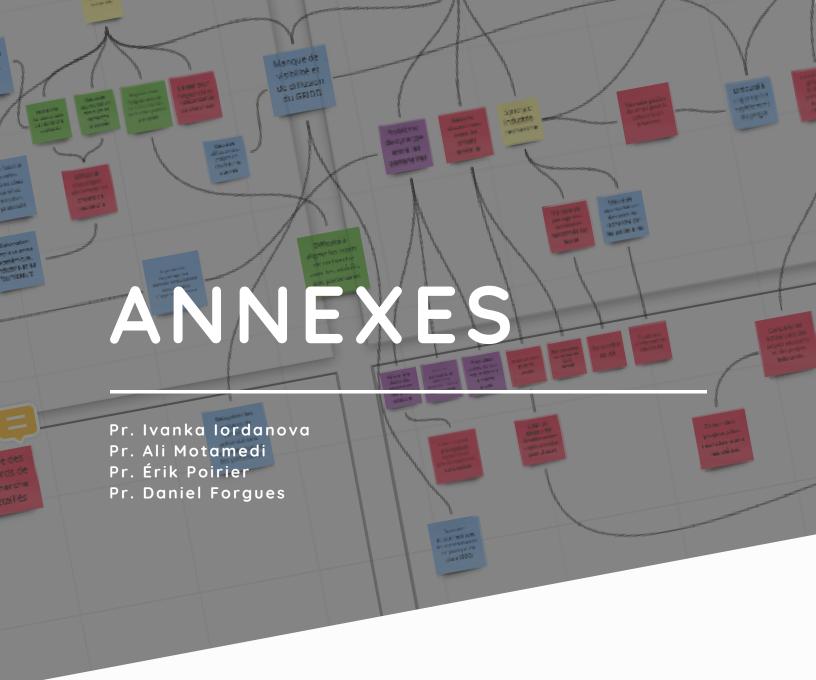


Figure 12 : Vue générale des clusters





Équipe de recherche de la Chaire

Annexe 1 : Projets en cours de l'axe 1

Annexe 2 : Projets en cours de l'axe 2

Annexe 3 : Projets en cours de l'axe 3

Annexe 4 : Start-ups du CENTECH



























#### ÉQUIPE DE RECHERCHE DE LA CHAIRE



#### Pr. Daniel Forgues

Professeur responsable du volet des technologies de l'information au Département de génie de la construction de l'ÉTS il possède 25 ans d'expérience en gestion de projets et de programmes pour plusieurs domaines, dont l'immobilier, l'informatique et le secteur manufacturier. Son domaine de recherche englobe quatre sous axes :

- Technologies de l'information et des communications
- Gestion de projet organisationnel, gestion de la chaîne d'approvisionnement pratiques intégrées
- Redesign organisationnel,
- Durabilité



#### Pr. Ivanka Iordanova:

Pr. Ivanka Iordanova s'interesse à l'aspect automatisation de cet axe. Son domaine de recherche englobe quatres sous axes :

- L'automatisation des processus BIM
- L'automatisation avec la robotique
- · La fabrication numérique
- La construction hors site



#### Pr. Ali Motamedi:

Pr. Ali Motamedi s'intéresse à l'aspect automatisation de cet axe, mais aussi, a l'intelligence artificielle. Son domaine de recherche englobe trois sous axes :

- IdO et jumeaux numériques
- L'utilisation de l'intelligence artificielle
- La visualisation en construction



#### Pr. Érik Poirier

Erik Andrew Poirier est titulaire d'une maîtrise et d'un Ph. D. en génie de la construction de l'École de Technologie Supérieure (ETS). Erik agit comme Vice-Président du Groupe BIM du Québec et est membre du conseil d'administration de buildingSMART Canada. Son domaine de recherche englobe trois sous axes :

- Infrastructures et milieux bâtis
- Technologies de l'information et des communications
- Environnement

# ANNEXE Pr. Ivanka Iordanova Pr. Ali Motamedi Pr. Érik Poirier Pr. Daniel Forgues

## APERÇU DES PROJETS DE L'AXE 1

Le BIM et la gestion des actifs























1ERE ÉDITION

#### L'impact du LEAN LEED Design sur l'alignement entre les besoins des clients et la conception architecturale

Encadrée par Daniel Forgues et Samia Ben Rajeb Doctorat



Hafsa Chbaly

La génération de la valeur du projet pour le client est liée à la satisfaction de ses besoins et de ses attentes. Dans les projets complexes, une question se pose : Qui est le client ?

Pour un complexe hospitalier, le client est un ensemble de parties prenantes: le ministère de la Santé, le gestionnaire de projet, les usagers, le corps médical, le personnel administratif ou encore les patients et leurs familles, etc... Toutes ces parties prenantes ont un point de vue, une perception et des besoins différents. Ils ont donc une notion de valeur qui est différente.

Le mode de gestion traditionnel linéaire est inadéquat, car il ne permet pas d'impliquer les usagers dans le processus de la définition de projet. L'aspect dynamique du contexte n'est pas pris en compte, les besoins étant considérés comme gelés dans le temps. On se retrouve donc avec un problème d'alignement entre les besoins des clients et la solution architecturale proposée par les professionnels.

L'une des solutions permettant de pallier à cette problématique est d'adopter une approche inclusive et participative. Il s'agit d'inclure toutes les parties prenantes lors du processus de la définition de projet pour mieux cerner leurs besoins. Afin de mieux comprendre l'impact de ce type de démarche et comment assurer un alignement entre besoin du client et solution architecturale, le projet d'Hafsa se concentre sur le cas du nouveau complexe hospitalier, Hôpital de l'enfant Jésus (HEJ) réalisé selon une approche participative Lean-Lead Design.

Le projet représente un regroupement sur le site de l'hôpital Enfant Jésus des activités cliniques de deux hôpitaux, l'Hôtel-Dieu de Québec et l'hôpital de l'Enfant Jésus. L'équipe de projet compte plus de 160 personnes et rassemble de nombreuses expertises telles que la société québécoise des infrastructures, le ministère de la Santé et des Services Sociaux, le CHU de Québec et les firmes de professionnels.

L'approche participative Lean-Led Design s'est concrétisée par la mise en place de cinq activités "Kaizen" pendant les phases de montage et de programmation. Il s'agit d'ateliers collaboratifs réunissant jusqu'à 300 personnes et impliquant plusieurs parties prenantes, le ministère de la Santé, le gestionnaire de projet, la direction clinique, les cliniciens, les patients voire même le comité de voisinage.

Suite à ce projet pilote, Hafsa développe un outil de diagnostic permettant au gestionnaire de faire un diagnostic rapide de la situation pour évaluer si le contexte favorise ou non l'alignement entre les besoins des clients et la solution architecturale.





#### Maximiser la valeur

Encadré par Daniel Forgues

Maîtrise 30 crédits



Pierre Martel

Le projet de recherche de Pierre Martel découle des constats qu'il a retenus de ses 37 années de pratique en architecture, particulièrement celles à titre de gestionnaire d'un important parc immobilier municipal.

Ils se résument ainsi :

- Il est difficile d'obtenir un bon projet pour les coûts investis ;
- Les projets livrés sont déficients ;
- Il n'y a pas de vision à long terme du projet.

Pierre a eu l'opportunité de réaliser deux études de cas d'entreprises utilisant l'intégration des équipes de projets, soit dans une intégration verticale dans la structure de l'organisation ou soit dans une formule de partenariat à travers le mode de réalisation des projets. Les objectifs sont de trouver une solution à la fragmentation engendrée par le mode traditionnel de réalisation des projets qui est applicable au contexte québécois qui permettrait de viser la création de la valeur plutôt que la réduction des coûts.

Dans le mode traditionnel, les acteurs du projet sont introduits au fur et à mesure dans chacune des phases selon un mode séquentiel. Les livrables sont de nature prescriptive, ne laissant que peu de place à l'innovation et à la collaboration. L'information a comme support des documents statiques qui sont réinterprétés d'une phase à l'autre, occasionnant la perte, l'altération ou l'adaptation du contenu en fonction de la perspective de chacune des spécialités.

Sous ce mode, les contrats sont fractionnés et on recherche de retenir le moins-disant et on favorise le transfert de risques, ceci dans l'hypothèse de pouvoir obtenir le meilleur coût. Il a été démontré à plusieurs reprises que cette hypothèse était fausse. Chacune des parties dans ce contexte choisira de réduire son risque plutôt que de se concentrer sur le succès du projet. La judiciarisation du processus entraîne des coûts importants tout en créant un environnement conflictuel peu propice à la collaboration et à l'innovation, La recherche du plus bas soumissionnaire décourage la qualité et la sous-capitalisation des firmes qui en résulte réduit l'intérêt à investir dans l'innovation. Enfin, tel que démontré par le *National Audit Office* britannique, ce mode ne permet pas d'obtenir la meilleure valeur pour l'argent investi.

TABLEAU COMPARATIF		
Mode traditionnel	Mode collaboratif	
Transfert linéaire de l'information	Partage commun des informations et des expertises	
Focus sur les perspectives individuelles	Focus commun sur le projet	
Risques transférés à la base	Gestion commune des risques, des opportunités et des profits	
Absence de recherche de valeur (sauf pour respecter le budget)	Processus continu d'analyse de la valeur	
Absence d'innovation	Innovation et optimisation	

Figure 1: Tableau comparatif du mode traditionnel et du mode collaboratif

Pour résoudre ce problème, le mode collaboratif semble une solution pour maximiser la valeur. Il s'agirait d'amener l'ensemble les parties prenantes dès le départ pour qu'elles travaillent ensemble à développer une vision commune du projet, tout en gardant au centre de leurs préoccupations la création de la valeur du projet. Contrairement au mode séquentiel, dans une approche collaborative, chaque intervenant apporte son expertise, ses connaissances et vient collaborer à la définition du projet, mais aussi à son optimisation.

Ce projet de recherche devrait permettre d'identifier les modes collaboratifs applicables au contexte québécois, en se concentrant sur les processus spécifiques à l'optimisation de la valeur dans les projets. Il devrait également permettre de définir les paramètres pouvant correspondre à un projet pilote public.

#### Repenser les modèles d'affaires de la gestion d'actifs et de la construction pour changer la façon de livrer et gérer les actifs bâtis

Encadrée par Daniel Forgues

Doctorat



Sylvie Robichaud

Dans ce qui définit la valeur d'un actif, il y a le tangible et l'intangible et ces deux pôles doivent être équilibrés. Dans l'intangible, on retrouve le milieu de travail, la dimension sociale, et, entre autres, l'intégration urbaine. Le tangible est relié aux aspects économiques et techniques. Trois facteurs peuvent faire pencher la balance d'un côté ou de l'autre, il s'agit du type de gestionnaire d'actifs incluant sa stratégie, des parties prenantes et des objectifs de performance que l'on peut avoir à l'interne.

Lors de la création d'un actif, il y a d'une part le gestionnaire des actifs, et d'autre part les professionnels et constructeurs. Ces entités travaillent ensemble, mais ce n'est pas sans problèmes. Le gestionnaire des actifs a pour objectif, à court terme, de minimiser l'investissement initial et, comme objectif à long terme, d'optimiser les coûts d'entretien et d'opérations de l'actif tout en atteignant ses objectifs corporatifs. De leur côté, les professionnels et constructeurs se concentrent sur la performance technique, la constructibilité et les coûts du projet et tout en cherchant, eux aussi, à atteindre leurs objectifs corporatifs individuels. De plus, puisque leur implication cesse à la fin du projet, cela leur donne une vision du projet à court terme.

L'objectif de ce projet de recherche est de favoriser la collaboration entre ces deux pôles pour la création d'un actif en se concentrant sur les modèles d'affaires.

Dans le processus actuel de création et d'acquisition d'actifs immobiliers, le cycle de vie de l'actif n'est pas intégré dans son ensemble mais plutôt segmenté entre ses dimensions de planification de réalisation et de gestion. Ceux-ci sont déconnectés du cycle de vie complet et ne permettent pas de travailler dans un contexte "du berceau au tombeau".

Dans le cadre de cette recherche, on cherche à restructurer les pratiques sous la perspective du gestionnaire des actifs, pour s'assurer que l'investissement initial tient compte des coûts d'opération et maintenance, des bénéfices intangibles et des services requis au niveau de l'entretien et de la maintenance. En ce qui concerne les professionnels et constructeurs, les équipes doivent avoir l'actif comme intérêt commun. Cela demande ainsi de redéfinir l'environnement de projet, les contrats, les responsabilités et les offres de service. Ce que l'on cherche, c'est un actif qui soit optimisé tout au long du cycle de vie et non pas par phases et que chaque décision puisse être prise en fonction du cycle complet c'est-à-dire du berceau au tombeau.

L'objectif de cette recherche est de proposer un cadre pour redéfinir la façon dont les gestionnaires d'actifs procurent les services des professionnels et des constructeurs lors des projets. Il vise à proposer un nouveau modèle d'affaires centré sur le conception de gestion intégrée de l'actif sur l'ensemble de son cycle de vie dans le but d'en maximiser la valeur.

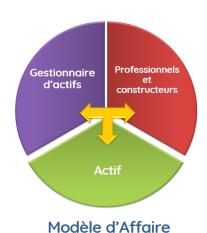


Figure 2: Représentation du Modèle d'affaires



## APERÇU DES PROJETS DE L'AXE 2

Automatisation de la construction & intelligence artificielle























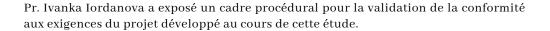




#### Aperçu des projets

# Cadre procédural pour la validation de la conformité aux exigences (architecture)

Cette recherche a pour but d'identifier les requis des données dans les modèles d'architecture pendant tout le cycle de vie d'un projet. Elle prend en considération les besoins de toutes les parties prenantes, ainsi que les exigences du contrat. Ceci va permettra de mieux contrôler la qualité et le flux de ces données et de s'assurer que les équipes impliquées utilisent les meilleures pratiques pour la modélisation des informations du projet. Le travail de Yasmine vise ainsi à réduire la surproduction d'informations dans le processus de conception et à optimiser le traitement de l'information.





Yasmine Aoubacha

#### Intégration des données du vent en temps réel pour la surveillance et les alertes liées à la sécurité sur le chantier

Les vents violents peuvent affecter la sécurité de la construction de différentes manières. Il existe de nombreuses statistiques sur les blessures et les décès causés par le travail dans ces conditions. Il est nécessaire de surveiller les conditions en continu et localement sur les lieux de travail, en particulier en hauteur.

Des réglementations relatives à ce sujet conduisent à surveiller régulièrement la vitesse du vent et les conditions de tonnerre par les agents de sécurité. Ces derniers doivent vérifier les bulletins météorologiques et surveiller les conditions en permanence. De ce fait, il ne faut pas planifier de travaux en altitude au cours des jours où les vents violents sont prévus et il ne faut jamais permettre de travailler sur des échafaudages, des toits ou d'autres élévations par vents forts.

Le projet de Siamak vise à utiliser la technologie IdO afin de développer un système de prévention des accidents causés par les vents forts lors du travail en altitude. Ainsi, ce projet de recherche a pour but de réduire le risque d'accidents en altitude en surveillant en temps réel la vitesse du vent et les problèmes de sécurité relatifs à cet enjeu.



Siamak Rajabi



# Application du BIM à la fabrication numérique - Le cas d'un bras robotique d'impression en béton

L'association du BIM à la fabrication numérique rencontre plusieurs défis en matière d'interopérabilité. Présentement, ces deux avancées technologiques sont en train d'évoluer parallèlement et leur convergence est peu étudiée.

Le projet de recherche de Walid vise à combiner ces deux technologies afin de projeter l'industrie de la construction dans un futur visuellement plus accessible. Concrètement, l'intégration des activités de conception orientées BIM à la construction numérique peut augmenter considérablement les performances du flux de travail (workflow) de la construction et ainsi contribuer au développement de l'industrie.

Cette étude, présente un aperçu des différentes lacunes de cette interopérabilité sous ces différentes dimensions accompagnées d'une explicitation des flux de travail (workflow) utilisés en fabrication numérique appliquée à la construction. Sa concrétisation réside dans la fabrication d'un modèle dans un environnement BIM en énumérant les obstacles majeurs rencontrés et en identifiant les pistes de développement possibles pour une meilleure adoption du BIM en fabrication numérique.



Walid Anane



# Développement d'un système d'aide à la décision pour l'application de la fabrication numérique à la construction hors site

Le BIM est utilisé pour faciliter diverses activités de construction connexes, y compris la construction de bâtiments et la fabrication numérique de composants de construction. Ainsi, le BIM permet la conception numérique aux flux de travail de fabrication pour toutes les disciplines du bâtiment.

L'objectif principal de cette étude est d'identifier les avantages, les facteurs de succès et d'étudier l'application du BIM à la fabrication numérique et à l'automatisation de la construction. Ceci, dans le but de développer un système de prise de décision pour l'application de la fabrication numérique dans la construction hors site, en particulier dans les termes des différents facteurs de gestion de projet (à l'aide d'études de cas).

L'étude d'Amir vise à promouvoir la fabrication numérique, la construction et l'installation industrialisées au Canada.



Amirhossein Mehdipoor

#### Collecte de données et suivi automatisé de l'échéancier au chantier - utilisation de l'IdO et d'un rover autonome

Maîtrise 15 et 30 crédits

Encadrés par : Pr. Ivanka Iordanova & Pr. David St.Onge

En partenariat avec :







POMERLEAU Sina Karimi

Rafael Gomes Braga

Léo Marcy

La surveillance automatisée des progrès avec une haute précision est un défi dans l'industrie de la construction. Avec les progrès considérables des robots terrestres et aériens sans pilote, l'acquisition automatisée de données sur les chantiers de construction est désormais possible.

Ce projet a comme objectif de trouver une solution pour corréler les données fournies par différentes sources telles que les balises *Bluetooth Low Energy* (BLE) ou le rover. Ces données étant de différents formats, une solution devra être trouvée pour réaliser l'assemblage de celles-ci dans une base de données liée au modèle 3D. Elle permettra une mise à jour automatique de la maquette qui, en comparaison avec le modèle tel que construit, engendrera la mise à jour de l'échéancier automatiquement.

En associant plusieurs types de données provenant de différentes sources, l'automatisation de tout le processus permettra la création de tableaux de bords exprimant l'avancement de l'échéancier pouvant aider les gestionnaires sur chantier.

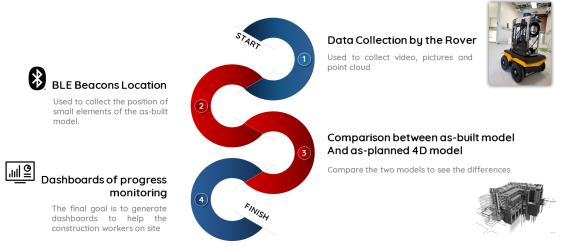


Figure 4: "Workflow" du projet

Actuellement le tiers du projet a été réalisé. L'intégration des capteurs a été faite avec succès, la navigation du robot est désormais possible avec ou sans le BIM et les chercheurs ont été capables d'extraire le nuage de points.

Pour leurs futures étapes, Sina et Léo visent la création d'un "path planning BIM/IFC. La reconstruction 3D à partir du nuage de points pour ensuite faire la comparaison entre les modèles. Pour finir, ils aimeraient finaliser leur projet par une semi-automatisation du suivi du progrès.

1ERE ÉDITION PAGE 39

# Cadre intégré BIM-IdO pour du jumelage numérique avec une assistance AR/VR

Encadré par : Pr. Ali Motamedi Doctorat



Mehrzad SHAHIN MOGHADAM

Suite nombre croissant de rapports du jumelage numérique dans avantages industriel. l'intérêt pour la création de iumeaux numériques de bâtiments a pris de l'ampleur dans le secteur de la construction. De plus, grâce aux progrès continus dans le domaine de la modélisation des informations du bâtiment (BIM) et de l'Internet des objets (IdO), un vaste éventail d'opportunités est désormais accessible, particulièrement pour la concordance des flux en temps réel de sources disparates de données de construction avec des modèles BIM.

Cependant, pour développer des architectures intégrées BIM-IdO en tant que base pour la création de jumelage numérique, plusieurs défis clés restent à relever. Dans cet atelier, Mehrzad a résumé les principaux enjeux de son projet. Il a souligné le manque d'interopérabilité entre le BIM et l'IdO en exposant la figure M.1, il a aussi rajouté que << [...] formats or syntax are just the tip of the iceberg, the deeper layer has to deal with the meaning or semantics of data [..] >> pour démontrer que la résolution du manque d'interopérabilité n'est pas seulement restreinte à l'aspect des formats de fichiers .

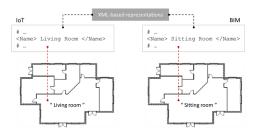


Figure 5 : Enjeu de l'interopérabilité entre les outils BIM et IoT

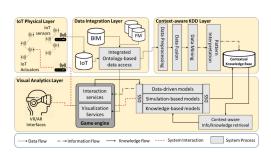


Figure 6 : Cadre conceptuel des démarches du projet

Pour opérationnaliser son approche, Mehrzad a présenté la figure 6, ce cadre conceptuel défini le prototypage, l'intégration des données et le développement des interfaces AR/VR. Il a ensuite finalisé sa présentation avec une démonstration.

Principalement, ce projet de recherche contribue à la création d'une base pour relier les sources disparates et hétérogènes des données générées à partir des installations tout au long de leur cycle de vie. Le système proposé contribue finalement à combler l'écart de performance entre la conception et l'exploitation des installations.

1ERE ÉDITION PAGE 39

# Cadre intégré BIM-IdO pour du jumelage numérique avec une assistance AR/VR

Encadré par : Pr. Ali Motamedi Doctorat



Mehrzad SHAHIN MOGHADAM

Suite nombre croissant de rapports du jumelage numérique dans avantages industriel. l'intérêt pour la création de iumeaux numériques de bâtiments a pris de l'ampleur dans le secteur de la construction. De plus, grâce aux progrès continus dans le domaine de la modélisation des informations du bâtiment (BIM) et de l'Internet des objets (IdO), un vaste éventail d'opportunités est désormais accessible, particulièrement pour la concordance des flux en temps réel de sources disparates de données de construction avec des modèles BIM.

Cependant, pour développer des architectures intégrées BIM-IdO en tant que base pour la création de jumelage numérique, plusieurs défis clés restent à relever. Dans cet atelier, Mehrzad a résumé les principaux enjeux de son projet. Il a souligné le manque d'interopérabilité entre le BIM et l'IdO en exposant la figure M.1, il a aussi rajouté que << [...] formats or syntax are just the tip of the iceberg, the deeper layer has to deal with the meaning or semantics of data [..] >> pour démontrer que la résolution du manque d'interopérabilité n'est pas seulement restreinte à l'aspect des formats de fichiers .

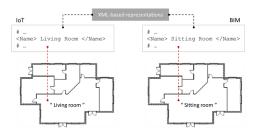


Figure 5 : Enjeu de l'interopérabilité entre les outils BIM et IoT

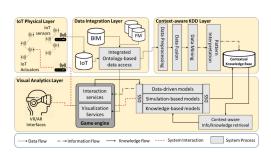


Figure 6 : Cadre conceptuel des démarches du projet

Pour opérationnaliser son approche, Mehrzad a présenté la figure 6, ce cadre conceptuel défini le prototypage, l'intégration des données et le développement des interfaces AR/VR. Il a ensuite finalisé sa présentation avec une démonstration.

Principalement, ce projet de recherche contribue à la création d'une base pour relier les sources disparates et hétérogènes des données générées à partir des installations tout au long de leur cycle de vie. Le système proposé contribue finalement à combler l'écart de performance entre la conception et l'exploitation des installations.

#### Évaluation de l'impact de la construction hors site (CHS) sur les modèles d'affaires en construction

Encadrés par : Pr. Ivanka Iordanova

En partenariat avec :





Marouene Mejri

Ahmed Boudaouara

De nombreux succès commerciaux résultent du fait que les entreprises suivent des théories et des modèles d'innovation. Ces succès dépendent de l'existence d'une bonne adéquation entre l'innovation et le modèle d'affaires qui l'accompagne. C'est dans ce contexte que ce projet vise à identifier l'impact de l'innovation dans la réinvention de la construction hors site (CHS).

Ce projet a pour but d'analyser quelques modèles d'affaires en construction afin de déterminer le niveau d'intégration et l'impact de l'innovation technologique. Le projet comprend également une analyse qui concerne l'impact de la construction hors site sur la productivité des entrepreneurs spécialisés (MEP) ainsi qu'une étude de l'influence du mode de réalisation des projets sur la CHS.

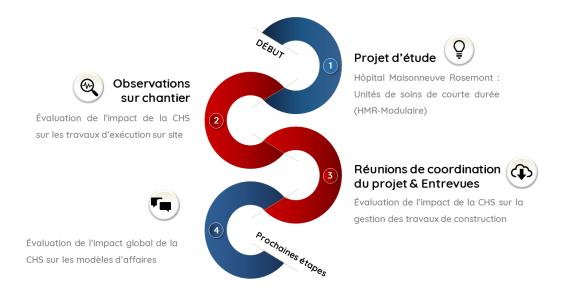


Figure 7 : Méthodologie de travail

Pour ce projet, toutes les étapes de la figure 7 ont été accomplies. Prochainement, cette étude sera prolongée avec une analyse des données de la construction hors site afin d'évaluer globalement l'intégration du BIM sur les chaînes d'approvisionnement et en tirer de possibles améliorations.

# ANNEXE 3

- Pr. Ivanka lordanova
- Pr. Ali Motamedi
- Pr. Érik Poirier
- Pr. Daniel Forgues

## APERÇU DES PROJETS DE L'AXE 3

Environnements de données intégrées























#### Aperçu des projets

#### Étude de la mise en oeuvre de la norme ISO 19650

Pour son projet de recherche, Mathieu se concentre sur la mise en œuvre de la norme ISO 19650 dans le contexte québécois via une étude de cas. Pour cela, il cherche à comprendre et documenter le processus de transfert des données entre la phase de construction et la phase d'opération. En ce moment, il réalise des observations, des sondages et des entrevues afin de compléter son étude de cas.

Au cours de son projet de maîtrise, il a aussi aidé à la rédaction du *Guide sur la gestion des actifs facilitée par le BIM*.



Mathieu Robitaille

#### Étude de la mise en oeuvre de la norme ISO 19650

Pour son projet d'application, Margaux se concentre sur les environnements de données communs ou CDE. Ses principaux objectifs sont de proposer une définition commune des environnements de données communs. Elle cherche aussi à identifier et comprendre les barrières aux CDE ainsi que les pratiques actuellement utilisées au Québec au CDE au Québec.

Après avoir réalisé un sondage au niveau de l'industrie, elle se concentre actuellement sur l'identification des fonctionnalités des CDE.



Margaux Soyez

#### Mise en oeuvre du RPI au Québec

Le projet de maîtrise d'Audrey Provost concerne la mise en œuvre de la réalisation de projets intégrés ou RPI (IPD) au Québec. Pour ce faire, elle étudie le cas du premier projet avec CCDC au Québec. Ses objectifs sont de documenter ce projet grâce à des entrevues et d'étudier les liens contractuels entre les partenaires (partages de risques, de bénéfices, des assurances responsabilité et de la gestion de la comptabilité.)



**Audrey Provost** 

#### Langage contractuel, confiance et BIM

Le projet de Sarah concerne le langage contractuel dans le cadre du BIM. Ses objectifs sont d'identifier les méthodes permettant d'améliorer la confiance au sein des projets par le biais des contrats. Pour cela, elle analyse le langage contractuel du BIM en termes d'environnement de confiance et de questions juridiques pour ensuite proposer des modifications visant à renforcer la confiance et accroître l'efficacité dans le langage contractuel du BIM.



Sarah Mahbod

#### Profils de compétences et de maturité BIM

Le projet d'Emmanuelle se concentre sur les modèles d'évaluation de l'intégration du BIM au niveau organisationnel. Ses objectifs sont de dégager les facteurs pouvant favoriser l'acceptation et l'usage de modèles d'évaluation de l'intégration du BIM au sein de l'industrie, fournir des améliorations aux modèles existants et ouvrir la réflexion quant à la mise en place d'un système d'évaluation de l'intégration du BIM standardisé. Dans le cadre de son projet de recherche, elle a développé une méthode d'évaluation des modèles et a proposé des améliorations pour deux modèles d'évaluation de l'intégration du BIM au niveau organisationnel, le modèle MCBIMQ et le modèle SCBIMMM.



Emmanuelle Nonirit

# Évaluation de la qualité des données BIM pour la phase d'exploitation

Maîtrise 30 crédits

Encadré par : Pr.Ali Motamedi

En partenariat avec : POMERLEAU



Romain Leygonie



« Si on veut utiliser un CDE de façon très efficace, il faut que la donnée qui peuple ce CDE soit de bonne qualité et soit utilisable. »

Figure 8: Donnée et besoins pour la phase d'exploitation

Le BIM comporte beaucoup d'usages dans les opérations du bâtiment comme sa visualisation en 3D, un historique de la maintenance du bâtiment, des bases de données contenant des informations sur l'actif. Cependant, en phase exécution, la qualité des données n'est pas suffisante pour leurs utilisations. Les causes mises en avant sont notamment la quantité de données qui peut être insuffisante, voire excessive, et leur format qui les rend difficiles à exploiter.

Ainsi, la solution proposée pour contrer ces enjeux est la mise en place d'un cadre traitant de la qualité des modèles BIM-FM. Celui-ci comprend un ensemble d'outils automatiques qui exécuteront des listes de contrôle de la qualité du modèle et des procédures associées pour lier les éléments du cadre. La liste de contrôle suit les principes de l'Open-BIM afin de s'appliquer à tous les logiciels, ce qui permet de toucher l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

Avec ce cadre, les outils automatisés permettent une exécution des tâches de contrôle significativement plus rapide et une détection des erreurs plus performante qu'avec un contrôle manuel et visuel.

Dans le cadre d'une étude de cas, l'étude a permis de comparer différents modèles BIM, avant et après la mise en place du cadre. Un tableau de bord regroupe de manière globale des problèmes de qualité d'information rencontrés dans les modèles étudiés. Il permet également de visualiser l'efficacité du cadre à résoudre ces problèmes ainsi que l'état de qualité du modèle et son évolution durant le cycle de vie du projet.

# Enjeux et opportunités de l'adoption du BIM pour la gestion d'équipements : étude de cas

Maitrise 15 crédits

Encadrée par : Pr.Ali Motamedi

En partenariat avec :





Marie Boize

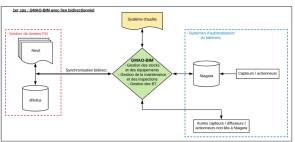




Figure 9: GMAO avec lien bidirectionnel

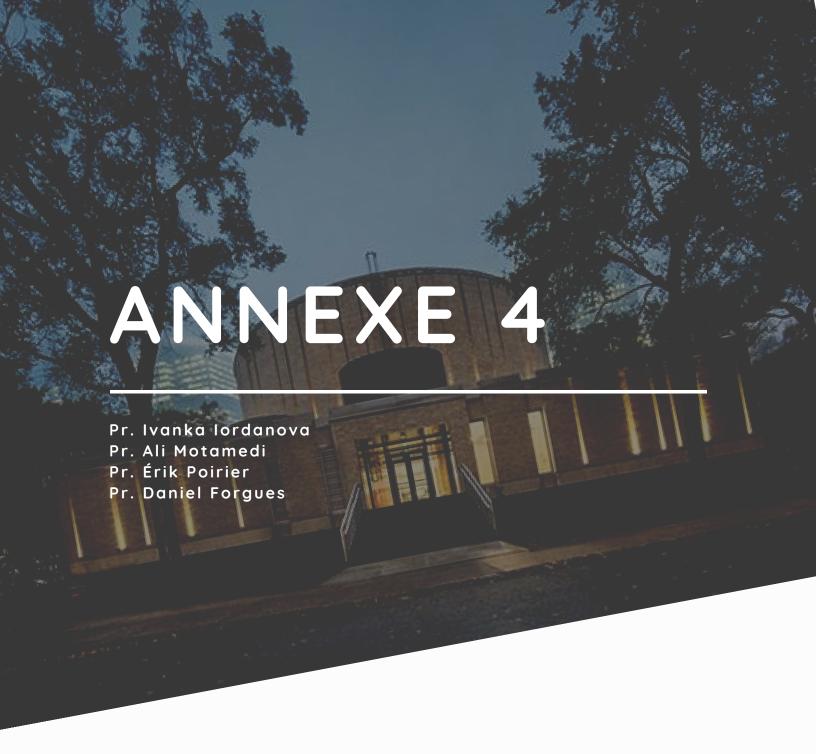
Figure 10: GMAO, BIM 3D avec lien unidirectionnel

La phase opération et maintenance (O&M) n'a évoqué un intérêt pour le BIM que récemment. Sa longue durée et sa complexité font d'elle la phase la plus coûteuse sur cycle de vie du projet. Il y a un gros enjeu dans la bonne transmission des informations jusqu'à cette étape qui intervient tardivement.

En théorie, afin d'être efficacement utilisées dans la gestion des actifs et des installations, des données doivent être utiles, précises et fiables. Pour ce faire, le BIM-FM doit être inclus dans le projet dès le commencement de son cycle de vie. Ce processus aborde plusieurs volets de gestion et permet de centraliser les données géométriques et non géométriques. Ainsi, l'insertion du BIM-FM se fait par un cadre contenant 10 étapes.

Le projet permet de cibler les avantages de l'intégration du BIM à la future GMAO du partenaire, par le biais d'une recherche-action. L'entreprise travaillant en mode RIP (IPD) tout en réfléchissant à s'investir dans un CDE, souhaite en finalité avoir la bonne information au bon moment dans sa gestion des équipements. Pour ce faire, le projet va ainsi étudier l'efficacité des procédures.

Pour que le BIM puisse s'appliquer dans la gestion des équipements, il faut mettre par écrit les procédures et les normes mises en avant dès le début du projet, à l'aide d'un Plan de gestion BIM (PGB). Elles organiseront ainsi les bases de données intégrées dans la GMAO, dans le but de donner à l'utilisateur la bonne information au bon moment. Deux cas de figure ont alors été étudiés : un premier cas associant le BIM à la GMAO, avec une synchronisation bidirectionnelle et un second ne gardant que la GMAO du bâtiment. Les conclusions du projet soulignent l'importance des procédures contractuelles en début de projet.



## START-UPS DU CENTECH























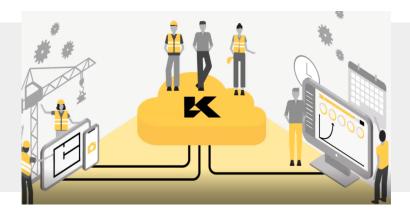




**HUGO BRIZARD** 

### **PHARONYX**





La start-up montréalaise a démarré au CENTECH en développant K-Ops, une platroforme de collaboration pour la construction

L'échange d'informations est un aspect fondamental de la collaboration lors d'un suivi de chantier, c'est une phase organisationnelle à prendre en compte puisqu'elle génère des coûts importants si les délais ne sont pas maitrisés. Hugo Brizard, président et cofondateur de Pharonyx a exposé la plateforme collaborative K-ops dont le cadre de performances s'aligne avec les processus de suivi de chantier. K-ops peut être disponible sous une application mobile ou Web via le cloud, elle permet ainsi la coopération des intervenants internes ou externes du projet.

Cette plateforme collaborative propose un suivi efficace du chantier. Concrètement, la gestion de la documentation, le suivi des déficiences et des tâches, la gestion des requêtes, le suivi des équipements, les tableaux de bords, etc. sont tous permis par K-ops. Elle offre aussi un journal de chantier semi-automatisé qui donne une vue d'ensemble centralisée et facilement accessible. L'outil technologique de Pharonyx se distingue de la concurrence par l'espace personnel qu'il met à la disposition de ses utilisateurs ainsi qu'au suivi multi-structurel qu'il permet. En effet, cette option facilite le suivi de projet par différentes structures de répartition du travail et ainsi, elle fournit un visuel global des phases de projets en cours.

Cette plateforme qui a entièrement été développée au Québec offre un stockage de données et un nombre de collaborateurs illimités, et ce, gratuitement.



HUGO BRIZARD
Président et cofondateur

"AVEC K-OPS, LES COLLABORATEURS SONT TOUJOURS ILLIMITÉS, ON VISE LA COLLABORATION." WILLIAM SAINT-PIERRE



## **MECHASYS**





Le projecteur laser FRAM-R permet d'afficher les plans de construction à échelle 1:1 avec une précision aux 5mm

Dans la phase de construction, l'implantation du chantier est une étape cruciale pour les entrepreneurs. Elle représente presque 18% du temps de travail d'un charpentier pour ses tâches en chantier, pour prendre des mesures et réaliser de la reconstruction. Cependant, les systèmes de traçage et de positionnement actuels ne permettent pas d'obtenir un fort taux de productivité et génèrent du gaspillage de matériaux sur le chantier et des problèmes de communication entre les corps d'état concernant les changements de plans. Pour remédier à ces problèmes de terrain, William St-Pierre, Président de l'entreprise Mechasys, a présenté sa technologie FramR, destinée aux sous-contractants et aux entrepreneurs généraux. Il s'agit d'un projecteur laser sur trépied, couplé d'une application et d'une tablette associée.

Le projecteur affiche les plans de construction à l'échelle réelle sur la surface où se fait le traçage. De plus, ils peuvent être déplacés dans l'espace réel, avec une précision de 3 mm et un temps de positionnement du projecteur de 5 minutes. L'application web, quant à elle, permet de travailler sur les plans de traçage et la composition des ouvrages depuis le bureau. Les plans sont stockés dans un cloud et sont consultables à distance avec un réseau 4G, LTE ou hors connexion. La tablette est davantage utile sur le terrain pour contrôler le projecteur, gérer les différentes versions des plans, avec la possibilité de les modifier depuis ce support. FramR facilite ainsi les travaux de traçage, le suivi des déficiences identifiées dans les plans sur le terrain ainsi que la connexion des matériaux de construction avec des métrés de la composition des ouvrages.



WILLIAM ST-PIERRE
Président et cofondateur

"CHAQUE TRAVAILLEUR A ACCÈS À SES INFORMATIONS DIRECTEMENT SUR LE CHANTIER." PASCAL CHIVA-BERNARD

## **ARA-SOLUTIONS**





ARA-Solutions, division d'ARA-Robotique se concentre sur les relevés 3D impliquant des drones.

Ara Solutions, division de Ara Robotique, se spécialise dans les technologies impliquant des drones. Leur objectif est d'amener la robotique au cœur des opérations de terrain. Au niveau du BIM, les drones sont utilisés pour construire des maquettes de chantier. Ils sont particulièrement efficaces au niveau des chantiers d'envergure et permettent de livrer un modèle précis avec une grande rapidité d'exécution. L'utilisation de cette technologie a plusieurs avantages. Tout d'abord, beaucoup d'informations peuvent être tirées des maquettes produites, elles peuvent aider à vérifier l'avancement du chantier ou encore le respect des normes de santé et sécurité.

Les informations produites sont utiles tout au long des phases conception et construction du projet, du devis à la livraison. L'utilisation de la numérisation par drone améliore le suivi de la progression au chantier comme la logistique, la validation des livrables, la coordination au chantier ou encore la santésécurité.



PASCAL CHIVA-BERNARD
Président et cofondateur

" NOTRE PROCESSUS ET À LA FOIS RAPIDE ET SÉCURITAIRE."

