



Vancouver, British Columbia  
June 8 to June 10, 2015 / 8 juin au 10 juin 2015

## AMÉLIORER LES PROCESSUS DE COMMUNICATION SUR LES CHANTIERS DE CONSTRUCTION À L'AIDE DES TECHNOLOGIES MOBILES ET DES TECHNOLOGIES INFONUAGIQUES

Sébastien Frenette<sup>1,4</sup> Daniel Forgues<sup>2</sup> et Souha Tahrani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> B. Ing. Étudiant à la maîtrise. chercheur au laboratoire du GRIDD, ETS, Canada

<sup>2</sup> Ph. D. Professeur et directeur de recherche au laboratoire du GRIDD, ETS, Canada

<sup>3</sup> B. Arch, Ph. D. Associée de recherche au laboratoire du GRIDD, ETS, Canada

<sup>4</sup> Courriel : [sebastien.frenette.2@ens.etsmtl.ca](mailto:sebastien.frenette.2@ens.etsmtl.ca)

**Résumé:** L'industrie de la construction est un secteur dans lequel la circulation de l'information, entre les diverses disciplines de projet impliquées, est intense. Paradoxalement, on constate que le secteur de la construction repose sur un processus de communication s'appuyant sur un format papier ainsi que sur des moyens obsolètes, tels que le téléphone, le télécopieur ou le courriel, afin de partager et d'accéder aux données de projet. Pourtant, malgré le fait que les problématiques de circulation de l'information se répercutent sur l'ensemble des phases de construction, on observe que la phase de réalisation est de loin celle qui dépend le plus de l'information et qui, malheureusement, est la moins informatisée. En considérant le rythme avec lequel évoluent les tablettes et les téléphones intelligents, les technologies mobiles (TM) offrent désormais des moyens efficaces afin de remplacer la communication papier sur le chantier par des solutions numériques et infonuagiques. Cet article traite des résultats d'une recherche visant à comprendre comment le déploiement des TM et des technologies infonuagiques peut améliorer l'accès à l'information et faciliter la communication entre les intervenants, lors de la phase de réalisation. L'objectif principal de ce papier est de démontrer les bénéfices à employer ces technologies sur les chantiers lorsqu'orienté vers un contexte d'administration et de gestion de projet. Les résultats de cette recherche s'appuient sur la réalisation de trois études de cas dans lesquelles un total de 58 intervenants ont participé aux diverses étapes de cette étude, échelonnée sur une période de quinze mois. L'ensemble des données est issu de la réalisation d'observations *in situ*, d'entrevues et de l'envoi de questionnaires.

**Mots-clés :** Technologies mobiles (TM), technologie infonuagique, NTIC, environnement virtuel, BIM, Traitement de l'information.

### 1 INTRODUCTION

L'industrie de la construction est un secteur dans lequel il y a une intense circulation de l'information entre les diverses disciplines de projet (Hewage et Ruwanpura, 2006). La réussite des projets repose donc sur la capacité des intervenants à échanger de l'information fiable, cohérente et en quantité suffisante afin de réaliser le produit (Deibert, Hemmerk et Heinzl, 2009). Paradoxalement, on observe que les projets de construction reposent sur un processus de communication s'appuyant sur un format papier et sur des moyens obsolètes, tels que le téléphone, le télécopieur ou le courriel, afin de partager et d'accéder aux données de projet (Dave, Boddy et Koskela, 2010). Malgré le fait que les problématiques de circulation de

l'information se répercutent sur l'ensemble des phases de construction, on constate que la phase de réalisation est de loin celle qui dépend le plus de l'information et qui, malheureusement, est la moins informatisée (Tam, 1999). Le papier demeure le moyen le plus répandu, afin de collecter l'information et de la partager, et ce, en dépit des améliorations informatiques de ces dernières années, par exemple, les technologies mobiles (TM) telles que des tablettes et des téléphones intelligents. Considérant le rythme avec lequel ces outils évoluent, les TM offrent désormais des moyens, afin de remplacer la communication papier sur les chantiers, par des solutions numériques performantes. En parallèle, les recherches concernant les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) évoluent et celles-ci énoncent que ce type de technologies offre de nouveaux moyens de communication plus performants, en améliorant notamment le traitement, la mise en mémoire, la diffusion et l'échange de l'information parmi les intervenants. Parmi ces technologies, les plateformes infonuagiques se sont relevées des outils pouvant contribuer à l'amélioration des processus de communication. Ceci s'explique en raison de la centralisation de l'information sur « *des serveurs distants interconnectés par Internet, permettant un accès en réseau, à la demande, à un bassin partagé de ressources informatiques configurables, externalisées et non localisables* »<sup>1</sup>. Les technologies nuagiques offrent conséquemment, des alternatives à l'hébergement et aux traitements de données conventionnelles, par des services virtuels disponibles pour les intervenants de projet, et ce, non seulement partout où ils le souhaitent, mais aussi, en temps réel. Malgré tout, peu de recherches exposent véritablement les améliorations de ces outils, notamment en raison d'un manque de recherche et de développement (R&D) dans le secteur de la construction.

Cet article traite donc des résultats d'une recherche visant à comprendre et définir comment le déploiement des TM et des technologies infonuagiques peut améliorer l'accès à l'information et faciliter la communication entre les intervenants, durant la phase de réalisation. Celle-ci se décompose en deux phases soit, une évaluation du taux de pénétration des TM dans l'industrie de la construction du Québec (Phase 1) (Frenette et al., 2014) et, une réalisation d'études de cas, afin de développer un cadre d'opération issu d'une collecte de données *in situ* (Phase 2). Cet article présente la phase 2 de cette recherche qui expose les bénéfices observés, lors de l'emploi d'applications logicielles sur les chantiers.

## **2 LA GESTION DE L'INFORMATION SUR LES CHANTIERS ET LES TECHNOLOGIES MOBILES**

Lebeau et Plourde (2003) ont défini que l'industrie de la construction représente un secteur singulier, en raison de la nature temporaire de ses équipes de travail, ayant pour principale conséquence d'affecter la coordination des équipes de réalisation et de gestion de projets. Pourtant, le cheminement de l'information est une composante essentielle affectant toutes les autres séquences d'interventions dans la chaîne d'approvisionnement (Koskela, 2000). Les recherches Koskela (2000) démontrent l'importance de la gestion de la production en phase de réalisation et elles identifient que les processus de production actuels négligent l'aspect de la circulation de l'information (Koskela, 2000). Pourtant, il est reconnu que la mauvaise gestion de l'information a un impact sur le processus de décision, résultant ainsi à d'importantes pertes de temps et d'argent lors de la phase de réalisation (Lucas, Bulbul et Thabet, 2013). Cette situation est liée à une coordination inefficace et inadéquate de l'information, résultante d'une communication insuffisante, inopportune, imprécise et contradictoire lors des échanges de données (Lucas, Bulbul et Thabet, 2013).

### **2.1 Les problématiques de gestion de l'information sur les chantiers**

L'industrie de la construction repose sur des processus traditionnels d'acquisition et d'échange de données (Dave, Boddy et Koskela, 2010). Des études ont pourtant démontré que l'intégration des technologies, et particulièrement des TM sur les chantiers, a un potentiel considérable d'accroissement de l'efficacité des processus de communication, au sein des équipes de projet (Chen et Kamara, 2005). À l'occurrence, on observe que 65 % des reprises de travaux effectuées par les entrepreneurs sont attribuables à de l'information insuffisante sur le chantier, perturbant le taux de production des équipes de travail (Bowden, 2005). Il est déterminé que le manque de correspondance dans les méthodes de gestion

---

<sup>1</sup> **Source** : Office de la langue française. [En ligne]. [<http://www.oqlf.gouv.qc.ca/>] (Consulté 16/06/14).

d'information des divers intervenants est directement responsable du manque d'information sur le terrain (Bowden, 2005). Afin de pallier à ces problématiques, les intervenants ont besoin de moyens efficaces, pour échanger d'information dynamique, afin de coordonner les exigences et les objectifs ainsi que résoudre les conflits, dans un environnement où l'évolution des données, des documents et d'information est en perpétuel changement (Dossick et Neff, 2011). En contrepartie, on constate que la coordination de l'information est complexe, en raison de la pression du calendrier, des exigences de productivité et des diverses méthodes de travail des entreprises impliquées dans le processus.

### **2.1.1 L'accès à l'information**

L'accessibilité à l'information est un enjeu critique pour le succès des projets. En revanche, pour être efficace, l'information disponible doit être de qualité et en quantité suffisante afin d'être utile pour les intervenants (Saram et Ahmed, 2001). L'acquisition et le transfert de l'information représentent donc des éléments majeurs dans le succès de l'administration des projets (Tsai (2009) et il a été établi que les TM peuvent avoir un rôle à jouer en matière d'accessibilité aux données de projet. Saidi, Haas et Balli (2002) ont appliqué six critères d'évaluation afin d'établir le potentiel des TM à augmenter le temps effectif de travail sur le chantier soit : 1) le suivi de qualité, 2) suivi des matériaux, 3) suivi des quantités, 4) suivi des fiches signalétiques, 5) l'accès aux plans de construction et 6) les demandes d'information. Ils ont alors constaté que d'importants délais de production pourraient être évités grâce à l'usage des TM en chantier. Ce constat s'appuie sur le fait qu'un temps de contrôle qualité pourrait être potentiellement réduit d'environ 50 à 70 % en raison d'un meilleur échange de données entre les intervenants de projet.

## **2.2 Les problématiques d'adoptions technologiques**

Le secteur demeure une industrie réfractaire aux changements et elle est réticente à adopter de nouveaux processus axés vers l'usage des technologies et les TM ne font pas exception (Bowden 2005). Les raisons invoquées font état de la perception d'un manque de retour sur les investissements et de la rareté d'exemples concrets de réussite d'implantation de ce type de technologie. On observe alors que le fait que leur apparition soit relativement récente, le manque d'études de cas et la perception d'un faible rendement de l'investissement ajoutent un frein à leur mise en place définitive (Bowden, 2005). En se penchant sur cette problématique, on observe que l'industrie est celle qui investit le moins dans les NTIC et l'enseignement supérieur (Dale, Mun et Kevin, 2005). Ce manque de financement entraîne en conséquence, des lacunes sur le plan des connaissances et n'incite pas le secteur à revoir ses pratiques. Il contribue également à une résistance aux changements généralisée, qui représente la première source d'échec d'implantation des technologies au sein des entreprises (Maurer, 1996), appuyant ainsi cette prise de position et les nombreux cas d'échecs subis par le secteur par rapport à l'intégration des TM. Ce constat vient soutenir l'importance de la R&D en soutien au secteur.

## **2.3 Les technologies mobiles et les technologies nuagiques en chantier**

À la lumière de certaines recherches, l'évolution des TM apporte des fonctionnalités et des retombées respectant les contraintes de mobilité des intervenants. D'abord, parce que les appareils sont de plus en plus petits, légers et portables s'adaptant davantage aux activités d'une industrie mobile (Lee, Cheng et Cheng, 2007). Ensuite, il a été défini trois types de bénéfices issus de l'usage des TM soit : 1) l'amélioration de la saisie d'information en chantier, 2) l'amélioration de l'accessibilité aux informations de projets et 3) la réduction des erreurs en chantier par l'amélioration de l'intégrité des données (Bowden, 2005). On observe également que l'exploitation des TM offre des moyens de transformation de données brutes, en informations utiles pour la gestion rapide de celle-ci (Gamage, 2011). Couplés aux technologies nuagiques, les TM peuvent s'avérer une composante à forte valeur ajoutée, afin de centraliser, partager et gérer l'information à travers l'ensemble des équipes de projets, par exemple, en offrant la possibilité au personnel de terrain d'être informé rapidement des activités et des événements de chantiers (Trupp et al., 2004). Selon une étude conduite par Forgues et Staub-French (2013), les technologies infonuagiques apporteront d'importants changements dans le secteur notamment en raison qu'il y a de plus en plus de solutions orientées vers ces types de services. Les études concernant l'implémentation des technologies en construction font état de quelques déductions qui expliqueraient cette tendance migratoire vers des solutions infonuagiques, soit :

- les frais d'accès se font mensuellement, éliminant des investissements coûteux en infrastructure;
- tous les intervenants ont un accès en tout temps aux plateformes, aux outils et aux données;
- les problèmes d'interopérabilité et de gestions des versions logicielles sont éliminés.

## 2.4 Les TM et l'infonuagique au service des projets de construction

À la lumière de ce qui précède, l'adoption des nouvelles technologies, en phase de réalisation, représente une avenue prometteuse, afin de pallier aux enjeux actuels du secteur. Les raisons justifiant cette position sont que l'exploitation de ces outils permettra aux intervenants d'accéder rapidement et simplement à un large ensemble de données. D'une part, par l'intermédiaire d'outils adaptés aux conditions de chantier, c'est-à-dire des appareils légers, petits et portables. Ensuite, en raison d'une information centralisée à l'aide des technologies infonuagiques, permettant d'améliorer le traitement, la gestion et la diffusion de l'information sous diverses plateformes informatiques, telles que des ordinateurs et des plateformes mobiles. En revanche, on constate que les principaux obstacles à l'atteinte de leur potentiel et de la mise en place de ceux-ci sont liés, d'une part, à l'obsolescence rapide des technologies et, d'autre part, à l'absence de standards d'utilisation (Venkatraman, 1994). Il est alors primordial que les entreprises et utilisateurs demeurent à l'écoute des avancées technologiques de ces outils et que la R&D soit en mesure d'accompagner le secteur de la construction dans la modernisation de ses pratiques.

## 3 MÉTHODOLOGIE

Cette recherche-action s'appuie sur la réalisation de trois études de cas réalisées *in situ* dans le but d'identifier les retombées réelles d'exploitation des TM, lors de la phase de réalisation. La sélection de ces études de cas fait suite au développement du canevas construit lors de l'enquête réalisée en Phase 1 (Frenette et al., 2014). Ces choix s'appuient sur le fait que ces entreprises représentent les niveaux les plus avancés en matière de déploiement et du contexte d'utilisation de TM au Québec. L'étude de cas A représente un entrepreneur général. L'étude de cas B est constituée d'un consortium d'entrepreneurs généraux, tandis que l'étude de cas C est un donneur d'ouvrage. L'échantillon est orienté vers les intervenants de chantier responsables du suivi des différentes activités, lors de la phase de réalisation, soit les intervenants de *terrain*, de *gestion* et de *surveillance*. L'étude de cas A est constituée d'intervenants de *terrain*, tels que les surintendants, les contremaîtres ainsi que les intervenants de *gestion*, tels que les gestionnaires de construction. L'étude de cas B est constituée d'intervenants de *surveillance*, tels que ceux de contrôle de la qualité et d'intervenants de *terrain*, tels que le contremaître de l'entrepreneur spécialisé. Finalement, l'étude de cas C est constituée d'intervenants de *surveillance*, tels que les inspecteurs de chantier du donneur d'ouvrage, ainsi que d'intervenants de *gestion*, tels que les gestionnaires de construction.

### 3.1 Méthode de collecte de données

Cette recherche-action se décompose en cinq étapes : 1) envoi d'un questionnaire de démarrage, 2) entrevues semi-dirigées de démarrage, 3) observation en chantier, 4) envoi d'un questionnaire de fin et 5) entrevue semi-dirigée de fin de test. L'objectif des étapes 1 et 2 est d'identifier les besoins et les défis actuels des intervenants de chantier. L'objectif de l'étape 3 est d'observer *in situ* l'utilisation de la TM. Les étapes 4 et 5 visent à déterminer les bénéfices réels obtenus suite à l'usage des TM en soutien au mécanisme de traitement de l'information lors de la phase de réalisation. L'Analyse quantitative s'appuie sur des métriques établies lors du projet pilote et ils correspondent à 1) Économie de temps, 2) Suivi des coûts, 3) Suivi de la qualité et 4) Gestion de projet. L'analyse qualitative s'appuie sur l'observation en chantier permettant d'étudier les différents contextes d'utilisation en situation réelle, en fonction des choix technologiques réalisés. Un total de 58 participants ont participé à l'étude. 44 ont répondu au questionnaire de l'étape 1, tandis que 30 participants ont été rencontrés en entrevue en étape 2. En étape 3, 21 participants ont été observés dans leur environnement, sur une période de 1 mois. Un total de 46 participants ont répondu au questionnaire en étape 4, tandis que 8 participants ont été rencontrés en étape 5. L'ensemble des cadres responsables de l'intégration des TM a été rencontré en entrevue, afin de connaître la justification de l'implantation de ces outils dans leur contexte. Les études de cas A et

B utilisent des applications logicielles de nature commerciale, tandis que dans l'étude de cas C, on a fait usage d'une application de conception maison. L'ensemble des questionnaires qui ont été produits est inspiré des travaux réalisés par Rivard (2000), Bowden (2005) et Ruwanpura, Hewage et Jergeas (2008).

### 3.2 Analyse des données

Les résultats présentés s'appuient sur des axes de bénéfices identifiés, à la suite d'essais effectués lors de la réalisation d'un projet pilote conduit par Forgues et Staub-French (2013). Ces axes de bénéfices sont des champs de transformation regroupés sous cinq thématiques, dont quatre seront présentées dans cet article. Les données obtenues à l'aide des différents questionnaires ont été traitées et compilées à l'aide d'un chiffrier électronique, tandis que les données obtenues à la suite des entrevues ont été transcrites mot à mot afin d'être codées, traitées et comparées. Les données issues de la période d'observations ont permis d'appuyer les résultats obtenus par des citations et des artefacts.

## 4 CADRE CONCEPTUEL

### 4.1 En route vers une maturité dans l'utilisation des TM

À la suite de la présentation des résultats de l'enquête provinciale (Phase 1), un cadre conceptuel a été proposé et les résultats ont été présentés dans l'article de Frenette et al. (2014). Ce cadre s'appuie sur les différents types d'exploitation des TM en fonction de la nature et du type d'utilisation des applications mobiles exploitées par les différentes entreprises participantes. Il a été défini, à l'aide des données issues des entrevues avec des intervenants clés des entreprises innovantes et la Figure 1 en présente le canevas.

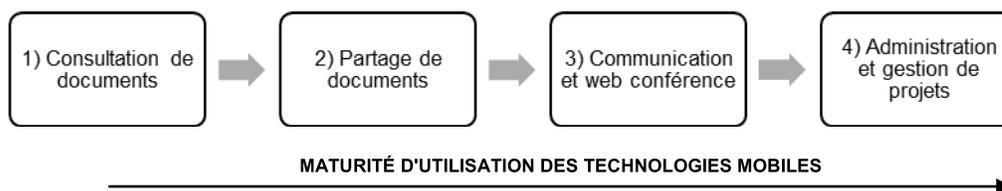


Figure 1 - Diagramme de maturité d'exploitation des TM en phase de réalisation

Ces catégories permettent de connaître la maturité des entreprises, en fonction du type d'applications utilisées, s'appuyant sur le degré de complexité de mise en place. En l'occurrence, la consultation de documents (N1) correspond au plus bas niveau de maturité tandis que l'administration et la gestion de projets (N4), au niveau le plus élevé. Spécifiquement, les catégories 1 à 3 demandent des changements mineurs au sein des entreprises et représentent des usages passifs de la TM. En revanche, la catégorie 4 représente des changements majeurs dans les pratiques d'une organisation et requiert un usage actif des utilisateurs. La principale raison de cette coupure est que les catégories 1 à 3 n'imposent pas de changements majeurs dans les méthodes de travail et ne demandent pas de révision des processus de travail, telle que suggère la catégorie 4. Ces catégories permettent alors d'évaluer la maturité des entreprises en fonction de l'utilisation des TM dans les projets. Suite à l'analyse des résultats de cette phase, il a été établi que le Niveau 4 est celui qui demande le plus d'efforts, lors de l'implémentation, et ce, tant d'un point de vue financier que celui de la transformation des pratiques. En revanche, ce niveau est celui ayant le plus haut potentiel de transformation et d'amélioration des mécanismes de traitement et de gestion de l'information lors de la phase de réalisation.

## 5 CONTEXTE D'EXPLOITATION DES TM ET DES TECHNOLOGIES INFONUAGIQUES

### 5.1 Étude de cas

Chacune des entreprises a effectué son choix technologique en fonction de son rôle et de son mandat dans les projets. Le Tableau 1 présente le sommaire du contexte des études de cas ayant participé à cette étude et les applications logicielles qui leur sont associées.

Tableau 1- Technologies mobiles sélectionnées et fonctionnalités de base

	Étude de cas A	Étude de cas B	Étude de cas C
Rôle	Entrepreneur	Consortium d'entrepreneurs	Donneur d'ouvrage
Période d'intervention	8 mois	12 mois	6 ans
Contexte d'exploitation	Usage interne seulement	Usage avec l'ensemble des disciplines du projet	Usage interne seulement
Niveau de maturité <sup>1</sup>	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 4

<sup>1</sup> Veuillez consulter l'article Frenette et. al. (2014) pour obtenir de l'information supplémentaire concernant le niveau de maturité.

<sup>2</sup> Application logicielle développée par l'entreprise

**Note :** Liste de fonctionnalités non exhaustive, veuillez consulter les sites web ou guides d'utilisation du fabricant.

### 5.2 Technologies mobiles

#### 5.2.1 Smart-use

*Smart-Use* est la solution logicielle sélectionnée par l'étude de cas A et correspond à une application de consultation et d'annotation de documents de niveau 3. Celle-ci est conçue pour centraliser des documents PDF 2D et pour permettre leur annotation. Cette application peut être utilisée sur trois plateformes différentes, soit sur un ordinateur, sur une tablette PC ou sur une table *Smart-Use*. Le Tableau 2 présente différentes caractéristiques de l'application logicielle.

Tableau 2 : Fonctionnalités de l'application *Smart-Use*

FONCTIONNALITÉS	
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Comparaison de plans par superposition;</li><li>▪ Couche d'annotation par usager;</li><li>▪ Gestion des mises à jour des documents;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Outils de mesure (longueur, surface, volume);</li><li>▪ Administrateur responsable des comptes;</li><li>▪ Identification de groupes de plans.</li></ul>

#### 5.2.2 Latista

*Latista* correspond à une application logicielle d'administration et de gestion de projets de catégorie 4. Elle est conçue pour capter l'information en temps réel, sur le site de construction et le Tableau 3 présente différentes caractéristiques de cette application logicielle. *Latista* a été mis en place afin de permettre aux intervenants de contrôle de la qualité de créer des listes de tâches et de travaux à compléter sur une base de données partagée, afin de diminuer le temps de partage de l'information aux autres disciplines.

Tableau 3 : Fonctionnalités de l'application *Latista*

FONCTIONNALITÉS	
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Création de séquences d'opérations;</li><li>▪ Recherche par filtre (type de travaux, etc.);</li><li>▪ Production de rapports;</li><li>▪ Automatisation de l'envoi de rapports;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Historique des entrées de données;</li><li>▪ Historique de modification des données;</li><li>▪ Service de notifications automatisées.</li><li>▪ Accès aux plans 2D;</li></ul>

### 5.2.3 Rétroaction de chantier

*Rétroaction de chantier* est une application logicielle de niveau 4, développée par l'entreprise afin de standardiser les journaux de chantier, en fonction d'un découpage des travaux qui correspond au devis technique produit lors des phases de conception et de planification du projet. Le Tableau 4 présente différentes caractéristiques de l'application logicielle. Cette standardisation de la collecte de données permet une rétrospective juste et rapide des travaux exécutés en fonction des travaux estimés.

Tableau 4 : Fonctionnalités de l'application *Rétroaction de chantier*

FONCTIONNALITÉS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réalisation de journaux de chantier;</li> <li>▪ Réalisation croquis personnels;</li> <li>▪ Création de notes personnelles;</li> <li>▪ Notification pour ajustement sur rapport;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identification des conditions météo;</li> <li>▪ Identification des incidents (environnement ou sécurité);</li> <li>▪ Prise de photos et accès aux plans.</li> </ul>

## 6 RÉSULTATS

Cette section traite des données obtenues après l'exploitation des TM, lors de la phase de réalisation des différentes études de cas et s'appuie sur les métriques établies, lors de la conduite du projet pilote. Dans le cadre de cet article, seules les 3 principales retombées sont présentées, suite à l'usage des applications mobiles sélectionnées par les différentes études de cas<sup>2</sup>. Il est à noter que les résultats présentés ci-dessous varient en fonction des résultats obtenus, suite au questionnaire de fin d'essai acheminé aux participants de chacune des études de cas.

### 6.1 Économie de temps

Cet axe de bénéfices présente les résultats obtenus suite à l'exploitation des applications logicielles. Le Tableau 5 expose le classement des trois éléments principaux identifiés par les usagers des différentes études de cas.

Tableau 5 - Bénéfices - Économie de temps

Étude de cas A		Étude de cas B		Étude de cas C	
Rapidité d'accès à l'information	3,33	Rapidité de partage de l'information	3,56	Rapidité d'acquisition de l'information en temps réel	3,25
Rapidité d'acquisition des données en temps réel	3,33	Identification des problèmes sur le site	3,33	Rapidité d'accès à l'information de chantier	3,25
Optimisation de mes tâches	2,61	Rapidité d'acquisition des données en temps réel	3,22	Rédaction de rapports journaliers	2,88
<b>Échelle</b> 0 - Aucun impact      1 - Impact mineur      2 - Impact modéré      3 - Impact important      4 - Impact très important					
<b>Question</b> : À la suite de votre usage de TM, évaluez l'impact de son utilisation sur le suivi des coûts du projet.					

En dépit de la vocation différente des applications logicielles en vigueur, on constate que les utilisateurs ont senti un impact important dans leur pratique, lors de l'exploitation de ces outils, dans une perspective d'économie de temps. On observe que le niveau d'impact est élevé, et ce, indépendamment du type d'usage des trois études de cas.

<sup>2</sup> **Voir étude complète** : Frenette, Sébastien. 2015. « Améliorer les processus de communication sur les chantiers de construction à l'aide des technologies mobiles et des technologies infonuagiques ». Mémoire de maîtrise en génie de la construction, Montréal, École de technologie supérieure, 248 p. (sous-presse)

## 6.2 Suivi des coûts

Cet axe de bénéfices présente les résultats obtenus suite à l'exploitation des applications logicielles. Le Tableau 6 expose le classement des trois éléments principaux identifiés par les usagers des différentes études de cas.

Tableau 6 - Bénéfices - Suivi des coûts

Étude de cas A		Étude de cas B		Étude de cas C	
Résolution des problèmes sur le chantier	2,39	Résolution des problèmes sur le site	2,56	Résolution des problèmes sur le chantier	1,88
Diminution de la reprise de travaux	1,61	Diminution de la reprise de travaux	2,22	Diminution de la reprise des travaux	1,88
Prédictibilité du chantier (coût de projet)	1,00	Établir des indicateurs de performance	1,78	Établir des indicateurs de performance	1,63
<b>Échelle</b> 0 - Aucun impact      1 - Impact mineur      2 - Impact modéré      3 - Impact important      4 - Impact très important <b>Question</b> : À la suite de votre usage de TM, évaluez l'impact de son utilisation sur le suivi des coûts du projet.					

D'abord, l'application logicielle ayant eu le plus gros impact est celle de l'étude de cas B, soit *Latista*. En se penchant sur ses fonctionnalités, on constate que cette application vise, non seulement à rendre disponibles les plans de projet, mais aussi offre la possibilité de mettre en place des séquences d'opération personnalisées. Les rencontres auprès des participants ont permis de mettre en lumière que l'exploitation de cette application permet de sauver des coûts en raison de la mobilité et de la rapidité avec laquelle, l'information peut circuler au sein des différents acteurs du projet.

## 6.3 Suivi de la qualité

Cet axe de bénéfices présente les résultats obtenus suite à l'exploitation des applications logicielles. Le Tableau 7 expose le classement des trois éléments principaux identifiés par les usagers des différentes études de cas.

Tableau 7 - Bénéfices - Suivi de la qualité

Étude de cas A		Étude de cas B		Étude de cas C	
Standardisation de l'information	1,9	Suivi des événements de chantier (déficiences, etc.)	3,00	Standardisation de l'information	3,25
Collecte de l'information sur le chantier	1,7	Contrôle de la qualité du projet	3,00	Collecte de l'information	3,13
Contrôle qualité du projet	1,6	Standardisation de l'information	2,67	Suivi des événements de chantier	2,50
<b>Échelle</b> 0 - Aucun impact      1 - Impact mineur      2 - Impact modéré      3 - Impact important      4 - Impact très important <b>Question</b> : À la suite de votre usage de TM, évaluez l'impact de son utilisation sur le suivi des coûts du projet.					

Cet axe de bénéfices est celui exposant le plus grand écart entre les différents cas d'usage des TM. On observe que les applications de niveau 4, soit d'administration et de gestion de projets, ont une forte valeur ajoutée dans le contexte de ce pôle d'amélioration. D'abord, on constate que l'étude de cas C est celui ayant obtenu l'impact le plus important lors de son exploitation. Toutefois, son temps d'exploitation est de loin supérieur aux deux autres études de cas impliquées dans l'étude. De plus, son contexte d'exploitation est axé vers une exploitation locale, ce qui limite son champ d'action sur les autres disciplines. En revanche, l'étude de cas B, dans laquelle les TM ne sont utilisées que depuis quelques mois, exploite ces outils dans un contexte global, c'est-à-dire, avec l'ensemble des disciplines de projets. En se penchant de plus près sur les résultats, on constate que les participants ont mentionné avoir un meilleur suivi des événements de chantier et du contrôle de la qualité. Les résultats de cette étude de cas

justifient alors que l'exploitation d'une application logicielle, permettant la mise en place d'une séquence d'opérations et jumelée à une utilisation collective de la TM, permet d'atteindre de plus grandes retombées sur le projet.

## 6.4 Gestion de projet

Cet axe de bénéfices présente les résultats obtenus suite à l'exploitation des applications logicielles. Le Tableau 8 expose le classement des trois éléments principaux identifiés par les usagers des différentes études de cas.

Tableau 8 - Bénéfices - Gestion de projet

Étude de cas A		Étude de cas B		Étude de cas C	
Partage de documents de projets	3,17	Recherche et contrôle de l'information	3,34	Suivi des matériaux et de la machinerie sur le chantier	3,13
Communication avec mon équipe	2,56	Partage de l'information avec les différentes entreprises	3,33	Recherche et contrôle de l'information	2,88
Coordination avec les différentes entreprises	2,06	Partage de documents de projet	2,89	Suivi des tâches sur le chantier	2,63
<b>Échelle</b> 0 - Aucun impact      1 - Impact mineur      2 - Impact modéré      3 - Impact important      4 - Impact très important <b>Question</b> : À la suite de votre usage de TM, évaluez l'impact de son utilisation sur le suivi des coûts du projet.					

De manière globale, on constate que l'exploitation des TM a un impact de modéré à important pour l'ensemble des études de cas. Pourtant, on observe qu'en fonction des applications logicielles utilisées, les critères d'amélioration varient en fonction du type de technologies sélectionnées. Par exemple, dans le contexte de l'étude de cas A, le partage de documents est le critère ayant le plus haut taux d'impact, tandis que celui de l'étude de cas B, la recherche et le contrôle de l'information est le principal point d'amélioration. Ces résultats mettent en lumière que l'exploitation des applications logicielles, permettant d'effectuer une administration et une gestion de l'information, permet d'atteindre un haut niveau d'impact sur les mécanismes de gestion de projet dans le secteur. Ceci s'explique par le fait que l'environnement de chantier représente un secteur en évolution et que l'information doit non seulement y circuler rapidement, mais doit être accessible à un maximum d'intervenants.

## 7 DISCUSSION ET CONCLUSION

À la lumière des résultats présentés, les TM ont le potentiel d'améliorer les processus de communication dans le secteur, et ce, indépendamment de la technologie sélectionnée. Cependant, cette recherche demeure exploratoire en raison de la grande diversité des applications et de leurs usages dus à leur faible coût. Malgré tout, l'ensemble des participants a perçu des bénéfices à leur usage :

*« L'usage de l'application est véritablement devenu incroyable, c'est devenu un outil indispensable pour le suivi des travaux en chantier. Je fais non seulement ma surveillance de chantier, mais je prépare également mes rencontres de coordination avec mon patron. Sans l'application, je me dis que cela aurait été impossible d'avoir un suivi aussi présent et d'avoir toute cette information à disposition. »*

*Surveillant qualité*

Mais naturellement les retombées sur le projet varient en fonction du type de technologies sélectionnées et des stratégies de déploiement. Par exemple, dans l'étude de cas A, et les bénéfices de l'application de communication sont plutôt orientés vers la rapidité d'accès à l'information et le partage de documents. En revanche, dans l'étude de cas B, application d'administration et de gestion a été mise en place et elle a été accompagnée d'une séquence d'opération personnalisée a été établie grâce à l'application d'administration et de gestion de projet. On constate alors que le niveau d'impact des TM, lorsqu'utilisé dans un contexte administratif, permet d'atteindre des niveaux de rendement plus élevés, considérant le fait qu'elles soient exploitées dans un cadre collaboratif. Parallèlement, l'exploitation de l'application logicielle de l'étude de cas C, dans un contexte interne, a permis à l'entreprise de standardiser

l'information collectée sur le terrain. Cet aspect est d'ailleurs un point fort de l'exploitation des applications d'administration et de gestion, car elles appellent à redéfinir les critères de saisie d'information, afin de faciliter le traitement de données. Plusieurs intervenants ont d'ailleurs mentionné ne plus vouloir revenir en arrière, suite à leur expérience avec les applications logicielles d'administration et de gestion de projet.

En résumé, il en ressort que les TM offrent des solutions particulièrement bien adaptées à la gestion de l'information sur le chantier. Cependant, le grand nombre et la diversité des applications disponibles rendent l'identification des applications et leur déploiement complexe, ouvrant de multiples perspectives pour des recherches futures.

## **Bibliographies**

- Bowden, Sarah. 2005. « Application of mobile IT in construction ». Thèse, Loughborough, 194 p.
- Chen, Yuan, et John M. Kamara. 2005. « The Use of Mobile Computing in Construction Information Management ». Proceedings of Conference of Researchers in Construction Management"
- Dale, Jorgenson , Ho Mun et Stiroh Kevin. 2005. « Growth of US industries and investments in information technology and higher education ». Economic Systems Research, vol. 15, 46 p.
- Dave, Bhargav, Stefan Boddy et Lauri Koskela. 2010. « Improving Information Flow Within the Production Management System With Web Services ». Proceedings Conference Lean Construction, 10 p.
- Deibert, Sina, Erik Hemmerk et Armin Heinzl. 2009. « Mobile Technology in the Construction Industry - the Impact on Business Processes in Job Production ». In AMCIS 2009 (California), p. 10.
- Dossick, Carrie Sturts, et Gina Neff. 2011. « Messy talk and clean technology: communication, problem-solving and collaboration using BIM ». The Engineering Project Organization Journal, vol. 1,10 p.
- Forgues, Daniel, et Sheryl Staub-French. 2013. « L'inévitable passage à la modélisation des données du bâtiment (BIM) dans l'industrie de la construction au Canada ». 2013, 26 p.
- Frenette, S., D. Forgues et S. Tahrani. (2014) « Les technologies mobiles, une révolution dans la communication et la coordination de projets de construction » in Canadian Society for Civil Engineering (CSCE). (Halifax, 28 au 31 mai, 2014) 10 pages.
- Gamage, Ravindu. 2011. « The Current State of Information Technology Usage by Large Scale Sri Lankan and British Construction Firms ». Liverpool John Moores University.
- Hewage, N. et J. Ruwanpura. 2006. « Carpentry Workers Issues and Efficiencies related to Construction Productivity in Alberta's Commercial Construction Projects ». Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 33, no 8, p. 1075-1089.
- Koskela, Lauri. 2000. « An exploration towards a production theory and its application to construction ». Thèse de doctorat, VTT Technical Research Centre of Finland, 298 p.
- Lebeau, Daniel, et Cécile Plourde. 2003. « Bâtir et innover : tendances et défis dans le secteur du bâtiment ». Avis (Québec (Province). Conseil de la science et de la technologie), 272 p.
- Lee, Ching-Chang, Hsing Kenneth Cheng et Hui-Hsin Cheng. 2007. « An empirical study of mobile commerce in insurance industry ». Decision Support Systems, vol. 43, no 1, p. 95-110.
- Lucas, Jason, Tanyel Bulbul et Walid Thabet. 2013. « An object-oriented model to support healthcare facility information management ». Automation in Construction, vol. 31, no 0, p. 281-291.
- Maurer, Rick. 1996. « Transforming Resistance ». Training and Development, vol. 50, no 12, p. 20-23.
- Rivard, Hugues. 2000. « A survey on The Impact Of Information Technology On The Canadian Architecture, Engineering and Construction Industry ». Electronic journal of ITCON, vol. 5, 19 p.
- Ruwanpura, Janaka Y., Kasun N. Hewage et George F. Jergeas. 2008. « IT Usage in Alberta's Building Construction Projects: Current Status and Challenges ». Automation in Construction, vol. 17, 7 p.
- Saidi, Kamel, Carl Haas et Nicole Balli. 2002. « The Value of Handheld Computers in Construction ». Department of Civil Engineering, University of texas at Austin. US, vol. 13, p. 14.
- Saram, D. Darshi De, et Syed M. Ahmed. 2001. « Construction coordination activities: What is important and what consumes time ». Journal of Management in Engineering, vol. 17, no 4, p. 202-213.
- Tam, CM. 1999. « Use of the internet to enhance construction communication: total information transfer system ». International Journal of Project Management, vol. 17, no 2, p. 107-111.
- Trupp, T., L. Soibelman, TMA Hashash et Ly Lui. 2004. « Novel technologies for construction field data collection ». In International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Vol. 10.
- Tsai, Ming-Kuan. 2009. « Improving Communication Barriers for On-site Information Flow: An Exploratory Study ». Advanced Engineering Informatics, vol. 23, no 3, p. 323-331.