

Numérisation et construction connectée

Volume 1 : Le processus constructible



Numérisation et construction connectée

Volume 1 : Le processus constructible

Introduction

L'objectif du **processus constructible** consiste à relier les personnes appropriées aux données pertinentes en temps opportun, en utilisant une plateforme de collaboration basée sur le cloud et adaptée aux besoins de l'industrie de la construction.

Définition

Le processus constructible est un environnement connecté dans lequel tout le monde collabore harmonieusement tout au long du cycle de vie de la construction, notamment durant les phases de conception, de construction et d'exploitation.

Objectif

Le processus constructible permet d'économiser du temps et de l'argent tout au long du cycle de vie du projet et ce, en améliorant :

- La planification
- La communication
- Le partage des connaissances
- La productivité
- L'efficacité
- La qualité

Étapes du cycle de vie

Le cycle de vie de construction inclut les étapes suivantes :

- La plan
- Le concept
- La conception et l'ingénierie
- Les appels d'offres et les attributions
- La fabrication et la construction
- La supervision et la gestion
- L'exploitation et l'optimisation

Le processus constructible implique la saisie de toutes les informations créées tout au long du cycle de vie de la construction dans un système numérique partagé. Ce processus facilite la collaboration afin de garantir une conception, une fabrication, une construction et une exploitation efficaces des structures.

Phases - Conception, construction, exploitation

Les flux de travail constructibles de Trimble regroupent les étapes ci-dessus en trois phases plus globales :



Plongeons plus profondément dans l'apprentissage.

Modélisation des données du bâtiment (BIM) et Trimble Connect

La gestion du processus constructible implique l'intégration d'une palette d'outils numériques.

Ces outils peuvent inclure des modèles constructibles BIM en 3D comme :

- Modèles constructibles BIM en 3D
- Numérisation laser
- Outils de réalité augmentée ou mixte (RA/RM)
- Implantation robotisée
- Analyse de productivité
- Analyse de qualité "tel-que-construit"
- Livrables BIM finaux

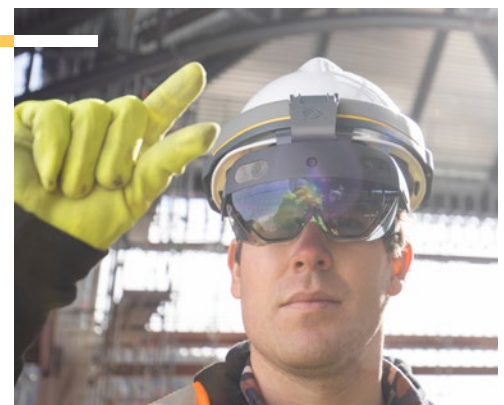


[Trimble Connect](#) offre un environnement de données commun (EDC) afin de permettre cette intégration. Il s'agit d'une plateforme de collaboration ouverte connectant les personnes appropriées aux données pertinentes en temps opportun.

Notre combinaison productive d'outils et d'applications client assure une expérience continue, permettant ainsi une collaboration et une productivité optimales. Trimble Connect partage de l'information issue de modèles BIM ainsi que des données collectées à partir d'équipements de terrain à l'aide d'interfaces utilisateur conviviales.

Ces interfaces incluent le navigateur Web pour la création et la gestion de projets ainsi que la visualisation de modèles 2D et 3D. Notre application Windows est en mesure de répondre aux performances graphiques requises pour les modèles de plus grande taille et l'intégration de la RA avec [Trimble XR10 with HoloLens 2](#).

De même, les utilisateurs sur le terrain ont la possibilité d'améliorer leur productivité en optant pour l'application mobile, qui est également optimisée pour les écrans tactiles compacts. Les applications de RA/RM permettent de visualiser les projets à la fois en utilisant des appareils mobiles IOS ou Android, ou encore Trimble XR10 avec HoloLens 2.



Le Visualiseur de Trimble Connect génère des rendus élémentaires des modèles 3D de Tekla Structures, notamment des images instantanées et des animations. Trimble Connect Sync, quant à lui, permet de synchroniser les fichiers de plusieurs projets sur Trimble Connect, en transférant de grands volumes de données vers et depuis le nuage.

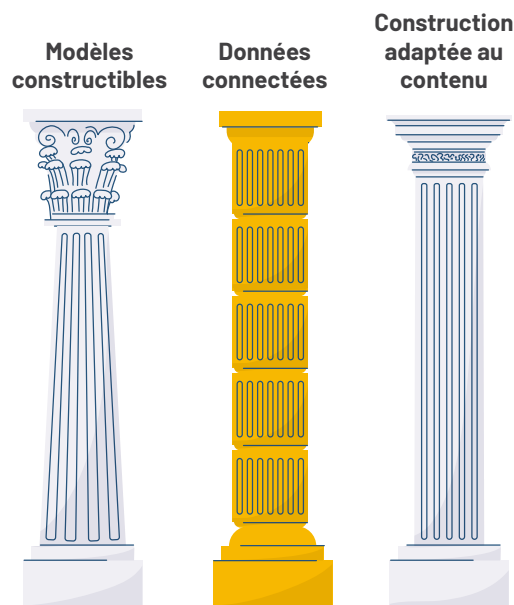
Constructible, connecté, adapté au contenu

Principes

Le processus constructible repose sur trois piliers :

- Modèles constructibles
- Données connectées
- Construction adaptée au contenu

Les entrepreneurs, les corps de métier et les sous-traitants ont recours à des modèles élaborés suivant une géométrie précise afin de piloter leurs processus de construction. Les applications partagent le contenu, facilitant ainsi l'accès aux données tout en éliminant les silos d'information. Les équipes de construction peuvent ainsi utiliser le contenu le plus récent en matière de conception, d'ingénierie et de gestion de projet, améliorant par conséquent la précision, l'efficacité et la qualité.



Ces trois piliers étayent une approche selon laquelle le contenu ne se limite pas à la conception structurelle. Ce contenu est également à la base des tâches d'ingénierie, de planification, d'approvisionnement, de construction et de livraison. Ainsi, tout au long du cycle de vie du projet, les équipes disposent des mêmes données précises et constructibles pour concevoir, construire et exploiter les différentes structures, de toutes envergures.

Logiciels et matériel dédiés

Le processus constructible est également compatible avec les technologies numériques les plus récentes en matière de collaboration, de RA/RM et de robotique. L'équipement et les flux de travail actuels s'adaptent aux processus et à l'exécution BIM existants, tout en introduisant une structuration dans les processus de travail peu systématiques des entrepreneurs, des corps de métier et des sous-traitants.

Source unique de vérité

Les équipes de projet articulées autour du processus constructible peuvent conserver, organiser et partager des données à l'aide d'un outil de collaboration BIM basé sur le cloud. Cette "source unique de vérité" garantit que toutes les personnes impliquées dans le projet puissent suivre en temps réel les modifications apportées à la conception en s'appuyant sur de l'information actualisée.

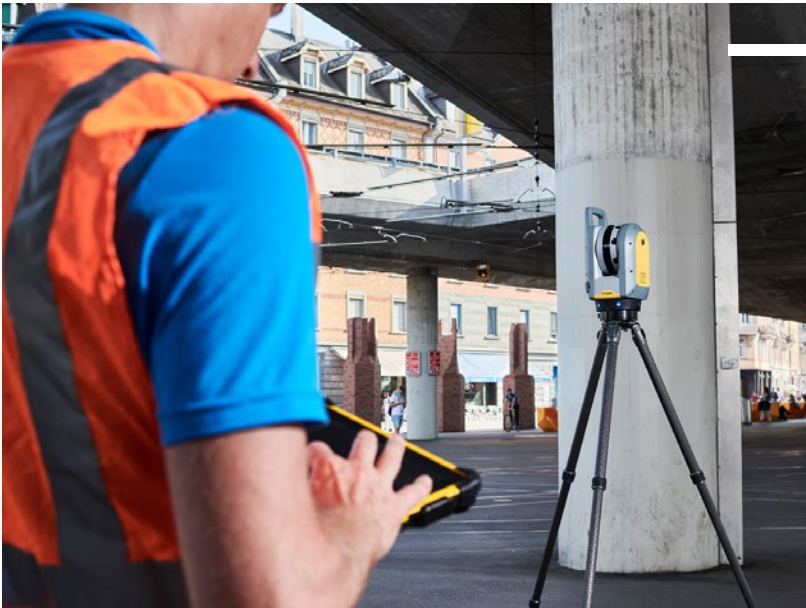
Pour des équipes connectées

Les méthodes conventionnelles de coordination de projet reposent sur des activités laborieuses et des réunions d'avancement chronophages qui peuvent entraîner des retards dans le projet. Le processus constructible permet justement de remédier à ces retards en permettant à toutes les personnes impliquées dans le projet d'accéder, de partager, de revoir, de commenter et de confier des tâches dans le même modèle.

Automatisation des flux de travail

Le processus constructible intègre de nombreux systèmes en ligne grâce à des interfaces de programmation d'applications (API). Ces systèmes peuvent inclure des systèmes de planification des ressources de l'entreprise (ERP), des logiciels de gestion des documents et bien d'autres encore. Les équipes peuvent utiliser cette intégration pour configurer des tâches automatiques et rationaliser leurs processus de travail.

Trimble présente régulièrement de nouvelles technologies permettant d'automatiser les flux de travail. À titre d'exemple, [SketchUp](#) intègre désormais la RA, autorisant la personnalisation des notes et la détection des collisions.



Le Trimble X7 représente une innovation dans le domaine de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction (AEC) permettant de rationaliser le suivi de l'avancement des projets. Grâce à la numérisation laser, le Trimble X7 permet un enregistrement de haute qualité sur le terrain, un calcul de la planéité du sol et un calibrage automatique.



Quant à **Trimble Construction One** il s'agit d'un tout nouveau produit intégrant des applications tout au long des phases de planification, de construction et d'exploitation du cycle de vie d'un projet. Il permet d'aligner des outils tels que SketchUp, Tekla, Accubid Anywhere, Viewpoint, Trimble Connect, ProjectSight et bien d'autres encore.

Un processus connecté

Le processus constructible est un processus connecté. Les équipes de projet peuvent associer des données et des contenus historiques constructibles aux activités d'exécution du projet, permettant ainsi d'optimiser les plans de projet et de les rendre plus prévisibles.

Parallèlement, le processus connecté intègre les données et le contenu entre les systèmes de livraison du projet et de la chaîne d'approvisionnement. Cette liaison permet d'améliorer le contrôle du projet et le suivi de l'avancement des travaux. Les équipes assurent ainsi de meilleures performances tout au long du cycle de vie du projet.

Des systèmes de terrain pour la construction de bâtiments

Le processus connecté intègre également des outils indispensables aux chefs de projet pour connecter les personnes sur le terrain à celles se trouvant dans les bureaux. Les parties prenantes du projet partagent les dessins et les rapports d'avancement à l'aide d'une plateforme de données partagée, permettant ainsi de conserver une source unique de renseignements.

Les dispositifs intégrés peuvent inclure des [outils d'implantation sur le terrain](#) capables de générer des plans en 2D ou en 3D pour les équipes d'arpenteurs-géomètres sur le terrain, au moyen de stations totales robotisées ou d'un GPS. Cela permet aux opérateurs sur le site de localiser rapidement et plus efficacement les points figurant sur les plans, tels que les emboîtements, les manchons ou les passes-câbles.



D'autres systèmes de terrain permettent également une **capture de la réalité en 3D** sur le site. À titre d'exemple, le [Trimble X7](#) est un scanner terrestre que les équipes peuvent monter sur un trépied. Grâce au Trimble X7, le personnel de terrain peut générer des jumeaux numériques des plans du site ou enregistrer rapidement des mesures extrêmement précises du site.

Les équipes de terrain peuvent commander les outils d'implantation sur le terrain et de capture 3D depuis une seule tablette. Les superviseurs peuvent ainsi former et transférer plus facilement les travailleurs sur le terrain.



Par ailleurs, la technologie de **réalité mixte** de Trimble facilite la visualisation des modèles de conception sur le terrain. Elle alimente des produits de RM tels que le casque XR10 destiné au HoloLens2. Elle est également compatible avec les applications de RA sur les tablettes ou les téléphones intelligents.



Dans cette optique, Trimble a conclu un partenariat avec Boston Dynamics afin de développer conjointement des solutions robotiques pour le secteur AEC. Ainsi, par exemple, les équipes de terrain peuvent installer des dispositifs tels que le X7 comme charges utiles sur [Spot, la solution de robotique de construction autonome de Trimble](#). Cette dernière est en mesure d'automatiser les opérations de déplacement et d'effectuer des interventions dans des espaces confinés ou dangereux.

Trimble Connect

Trimble Connect

Trimble Connect représente la plateforme de données commune permettant à ces systèmes de terrain d'opérer conjointement.

Pour ce qui est du processus constructible, ce dernier vient faire le pont entre le modèle de conception abstrait et la structure concrète. Le fait de disposer d'une plateforme de données commune facilite le processus de vérification de la conception.

Le partage des données permet également aux parties prenantes du projet de transmettre rapidement les demandes de modification. Malheureusement, les équipes de projet travaillent souvent sur des plateformes séparées, élaborant des modèles 3D alors que la communication se fait à l'aide de plans en 2D afin de monter des structures en 3D.

Trimble Connect permet à toutes les personnes impliquées dans le projet de collaborer en partageant des modèles 3D tout au long des phases du cycle de vie de la planification, de la construction et de l'exploitation. Toute personne présente sur le site peut visualiser à la fois les plans et les structures grâce à un accès rapide à des données précises.

Le processus constructible est également basé sur le cloud afin de proposer des données dans le contexte de la conception. Les équipes peuvent ainsi partager les données du projet à l'aide de Trimble Connect et les consulter en tout lieu à l'aide d'un ordinateur de bureau, d'un ordinateur portable, d'une tablette, d'un téléphone intelligent, du système HoloLens ou encore des casques de réalité augmentée. Cette accessibilité assure une meilleure prise de décisions.



Logiciel de réalité étendue

Grâce à Connect AR de Trimble, les équipes de terrain peuvent prendre des modèles numériques 3D ou 2D et les superposer au site de construction réel afin de visualiser les différents modèles dans leur contexte.

La réalité mixte constitue une technologie similaire qui, dans un tel contexte, se base sur des dispositifs optiques HoloLens plutôt que sur des tablettes ou des téléphones intelligents. Bien qu'elle requiert un matériel plus spécialisé, cette technologie offre une expérience plus immersive, permettant aux utilisateurs de visualiser le modèle avec plus de précision.

L'application Connect AR de Trimble

L'application Connect AR de Trimble propose une représentation en réalité augmentée à l'échelle 1:1 des modèles numériques. Cette application a été spécialement conçue pour être compatible avec les flux de travail AEC.

Ces flux de travail incluent la coordination avant la construction, la vérification de la construction, les opérations après la construction et l'assurance qualité. Ainsi, en utilisant Connect AR de Trimble, les équipes de terrain sont plus efficaces en remplaçant les plans papier conventionnels par une visualisation sur des dispositifs mobiles.



Connect AR améliore les processus de révision de la conception. Elle permet également de faciliter les projets de béton préfabriqué en habilitant les équipes à vérifier la quantité et l'emplacement des décalages de barres d'armature et des emboîtements dans les produits préfabriqués.

Le personnel sur site peut également superposer des fichiers PDF grâce à l'application Connect AR. En faisant ainsi, il est possible de visualiser des notes et des annotations superposées à l'image du PDF.

Connect AR est compatible avec toute une panoplie de stations totales robotisées afin de répondre aux besoins des clients, y compris la série RTS de Trimble et la Trimble Ri. Les équipes peuvent également travailler avec le moteur de positionnement ProPoint de Trimble afin d'accéder au système mondial de navigation par satellite (GNSS).

Le GNSS surpasse le GPS traditionnel en incluant des correctifs obtenus auprès de fournisseurs de satellites situés en dehors des États-Unis. Les correctifs ainsi ajoutés permettent un positionnement encore plus précis pour des opérations telles que les interventions souterraines.

Les instruments SPS de Trimble proposent une compensation d'inclinaison intégrée pour les jalons à prisme, indiquant ainsi le point précis même lorsque les travailleurs doivent incliner la pôle pour des travaux tels que la plomberie de conduits souterrains, par exemple.

FieldLink MR

Le personnel sur site peut utiliser le nouveau FieldLink MR de Trimble afin de procéder à des opérations d'implantation au moyen du modèle de conception 3D et du HoloLens. Pour ce qui est des stations totales robotisées de Trimble, elles améliorent la précision du HoloLens, permettant ainsi aux équipes de visualiser les points de conception sans utiliser de tablette de terrain ou tout autre appareil mobile.



Le module robotique FieldLink est une nouvelle approche des captures autonomes sur le terrain. Le logiciel FieldLink est capable de commander des scanners laser, des antennes intelligentes GNSS et Spot à partir d'une seule application.

Les équipes disposent ainsi d'une station totale robotisée capable de se déplacer de manière autonome sur plusieurs sites, permettant de numériser l'ensemble d'un chantier sans la moindre intervention humaine. FieldLink offre également une fonctionnalité d'opérateur à distance, permettant aux utilisateurs de conduire Spot autour du site, de le visualiser grâce à sa caméra pan-tilt-zoom ou de numériser le site grâce à un scanner connecté, et ce, depuis n'importe où dans le monde.



Passé

Une numérisation historique

The Trimble X7 3D scanning system simplifies onsite data capture by automating registration and georeferencing. Field crews can link scans directly to the digital 3D model. The X7 also has built-in autocalibration to reduce maintenance requirements. It can operate in temperatures ranging from -20° C to +50° C.

Grâce au X7, le personnel sur place peut documenter un chantier de construction en capturant des images 3D en haute résolution visualisables en niveaux de gris.

Autrefois, capturer des surfaces sombres ou réfléchissantes à l'aide de systèmes d'électroérosion pouvait générer des résultats incohérents. De nos jours, la technologie EDM permet de capturer ces surfaces sur site à l'aide d'un équipement laser 3D.



aujourd'hui

Un processus adapté au contenu

Nous pourrions également considérer que le processus constructible **s'adapte au contenu**. Il s'appuie sur la modélisation 3D en réunissant toutes les phases, les personnes et les procédures nécessaires tout au long du cycle de vie du projet. Ainsi, les membres de l'équipe disposent d'outils intégrés parfaitement coordonnés, assurant une communication et une collaboration efficaces.

Le processus constructible implique également d'autoriser les applications logicielles à accéder à des bibliothèques riches en données aidant les professionnels de la construction. La vision constructible comprend un ensemble complet d'outils intégrés, depuis le concept de l'architecte jusqu'au programme d'entretien quotidien du gestionnaire de l'établissement.

En cause : les processus sur papier

En matière de construction, l'approche traditionnelle, que de nombreuses équipes adoptent encore, consiste à se baser sur des dessins en 2D sur papier. Ces équipes utilisent également des feuilles de calcul, des calendriers et des rapports imprimés pour communiquer, si bien que certaines informations sont filtrées et perdues.

Ce phénomène de filtrage limite la capacité des parties prenantes à visualiser leurs tâches spécialisées en tenant compte de l'ensemble de la structure. Grâce au modèle 3D de Tekla Structures, les données de chaque membre de l'équipe sont partagées en collaboration dans un répertoire commun, améliorant ainsi la visibilité collective de l'avancement du projet par l'équipe.

Les chefs de projet affirment que quinze minutes passées sur un modèle 3D suffisent à mieux comprendre une structure que des semaines passées à étudier des feuilles de dessin en 2D.

Conception, modèles constructibles, fabrication et construction

En résumé, le processus constructible implique :

1. La création et l'acquisition de données sur la conception
2. La coordination et la transformation de celles-ci en informations précises et constructibles en vue d'une utilisation en aval
3. La présentation de données constructibles à l'atelier ou au chantier de construction dans les délais prévus et sous pression

Le résultat : une source d'information exhaustive et actualisée couvrant toutes les phases d'un projet. Cette ressource conserve sa pertinence tout au long du cycle de vie du projet et permet d'identifier les problèmes potentiels de manière proactive.

La réalisation du projet s'en trouve ainsi optimisée en termes de délais, de coûts, de qualité et, en fin de compte, de rentabilité. Non seulement ce processus constructible est déjà possible, mais en plus, les outils actuels de Trimble le rendent parfaitement pratique à mettre en œuvre.

Flux de travail dans la construction en béton

Voici un exemple illustrant comment le processus constructible pourrait améliorer la productivité d'un chantier de construction en béton.

Les devis quantitatifs

Le logiciel Tekla permet d'extraire directement du modèle 3D les données dont les entrepreneurs ont besoin pour les devis quantitatifs et les appels d'offres. Il aide également à établir des budgets, à suivre les quantités requises pour les commandes et à faire le point sur l'avancement des travaux sur le chantier.

Il permet de calculer les volumes de béton ou d'acier, ou les deux. Pour les structures en béton, Tekla peut générer des devis pour les coffrages, les remblais, les barres d'armature, etc.

Planification et logistique

La planification directe à partir d'un modèle représente une étape fondamentale du processus constructible. Tekla propose des rapports détaillés sur les horaires quotidiens ou hebdomadaires. Tekla peut également établir des horaires de coulée en se basant sur les quantités précises obtenues à partir du modèle.

Planification et documentation des coulées

Tekla simplifie la planification sur le chantier. Les chefs de projet peuvent importer les données relatives aux équipements depuis l'entrepôt Tekla et installer ces équipements en fonction des quantités requises. Tekla permet également de modéliser des grues virtuelles sur le site.

De plus, le système rend possible la planification de l'érection de l'acier. Les chefs de projet peuvent définir un système de coulée grâce à la solution de gestion des coulées de Tekla. L'application peut également afficher et gérer les séparateurs de coulée dans les objets de coulée.

Tekla facilite la gestion des projets en exploitant l'information relative aux coulées, permettant aux utilisateurs de partager ces données avec tous les membres de l'équipe de projet. Le système peut ainsi générer des plans de coulée et des quantités directement à partir du modèle.

Planification et détaillage du coffrage

Tekla Structures propose des outils intégrés permettant de générer automatiquement des devis quantitatifs de coffrage. Ces outils peuvent aller de la planification au détaillage du coffrage.

Coordination et détaillage d'armatures

Les gestionnaires de construction peuvent quantifier les besoins en armatures sur la base des coffrages. Le système peut se baser sur le volume et prendre en considération les jonctions de barres d'armature, par exemple.

Les équipes peuvent utiliser le modèle pour coordonner la mise en place des armatures avec les corps de métier de la mécanique, de l'électricité et de la plomberie (MEP) ou d'autres parties prenantes. Tekla Structures reste la référence en matière d'applications de placement de barres d'armature.

○ **Boulons d'ancrage, encastrement et coordination des corps de métier**

Dans Tekla Structures, les responsables peuvent importer des encastresments et des boulons d'ancrage auprès d'autres membres de l'équipe de projet, tels que les fabricants d'acier. Si le fabricant d'acier utilise Tekla, les équipes peuvent partager les données directement. Alternativement, Tekla peut importer et échanger des modèles à partir d'autres applications afin d'identifier les boulons d'ancrage et les encastresments.

○ **Implantation de construction et numérisation 3D**

Le logiciel Tekla met à la disposition des dessinateurs des outils leur permettant de définir des points d'implantation. Les équipes sur le site peuvent ensuite les exporter vers des stations totales de numérisation, simplifiant ainsi les opérations de levé sur site.

En vue de créer des plans "tel-que-construit", les équipes peuvent importer des points du chantier en numérisant la structure intérieure et en vérifiant la localisation à partir d'objets visibles. Ces numérisations laser 3D peuvent ensuite générer un modèle 3D "tel-que-construit".

○ **Gestion de l'état d'avancement du projet**

Tekla propose un ensemble complet d'outils permettant de partager l'état d'avancement du projet avec toutes les parties prenantes, en utilisant un modèle numérique 3D comme source de vérité pour l'ensemble du projet.

○ **La distinction Trimble**

L'avantage principal du processus constructible de Trimble réside dans la distinction entre les applications BIM conceptuelles et les applications BIM constructibles. Les modèles de bâtiments conceptuels manquent de précision pour permettre les phases complètes de conception, de construction et d'exploitation du cycle de vie de la construction.

Les modèles constructibles présentent des caractéristiques telles que des géométries et des coulées précises, obtenues grâce à la technologie de coulée brevetée de Tekla. Pour les structures en béton, par exemple, ces modèles affichent les armatures, les coffrages et les points d'implantation.

Indépendamment du type de construction, Trimble a pour mission d'établir un processus de modélisation des données du bâtiment que toutes les parties prenantes peuvent utiliser à n'importe quelle phase du cycle de vie de la conception, de la construction et de l'exploitation de n'importe quelle structure.

Contactez BuildingPoint Canada dès aujourd'hui pour discuter de la manière dont le processus constructible peut aider votre entreprise à réaliser des projets de construction de manière plus efficace, rentable et précise.



BuildingPoint Canada:
3900 North Fraser Way
Burnaby, BC V5J 5H6
1(866) 773.6926 | www.buildingpoint.ca

