

CONFÉRENCE – Université Laval, Québec

14^e Colloque annuel GP-Québec

Le BIM, l'approche collaborative et la gestion de projets 4.0

SOCIÉTÉ QUÉBÉCOISE DES INFRASTRUCTURES

24 octobre 2018

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- 1** La SQI : l'expert immobilier du gouvernement du Québec
- 2** Le contexte
- 3** Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde
- 4** Le déploiement dans les projets à la SQI
- 5** La gestion de projets et le numérique : Gestion de projets 4.0



1

La SQI : l'expert immobilier du gouvernement du Québec

GESTION DE PROJETS

Construction, rénovation, agrandissement

- ✓ Palais de justice
 - ✓ Établissements de détention
 - ✓ Immeubles de bureaux
 - ✓ Hôpitaux, CHSLD
 - ✓ Musées
 - ✓ Centres de congrès
- Propriétés SQI
- Autres propriétaires

La valeur globale du portefeuille de projet est de **20,5 milliards \$**

GESTION IMMOBILIÈRE

Travaux de maintien d'actifs, aménagement d'espaces, gestion de baux

- ✓ 1 100 édifices, dont 360 en propriété
- ✓ Combler les besoins en espaces des ministères et organismes

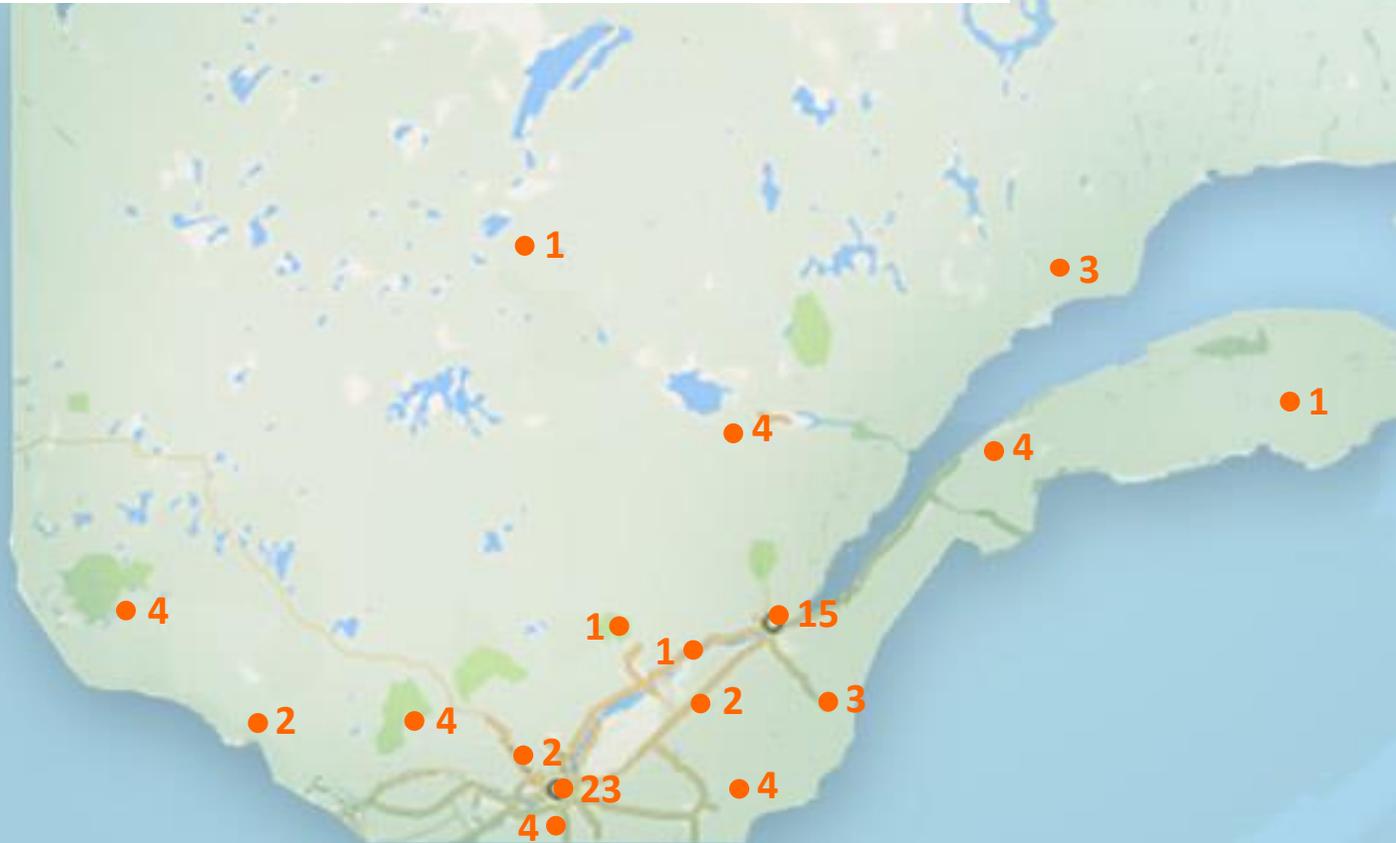
La SQI gère un parc immobilier de plus de **3 millions de mètres carrés**

La SQI : l'expert immobilier du gouvernement du Québec

Un portefeuille de projets sous gestion de 9,2 G\$

1

83 projets en cours, partout au Québec



QUELQUES EXEMPLES

- ✓ Nouveau complexe hospitalier sur le site de l'Hôpital de l'Enfant-Jésus (NCH)
- ✓ Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke – Hôpital de Fleurimont
- ✓ Palais de justice de Rimouski et de Roberval
- ✓ Centres de détention de Sept-Îles, Amos et Sorel-Tracy
- ✓ Agrandissement Musée d'art contemporain de Montréal

La SQI : l'expert immobilier du gouvernement du Québec

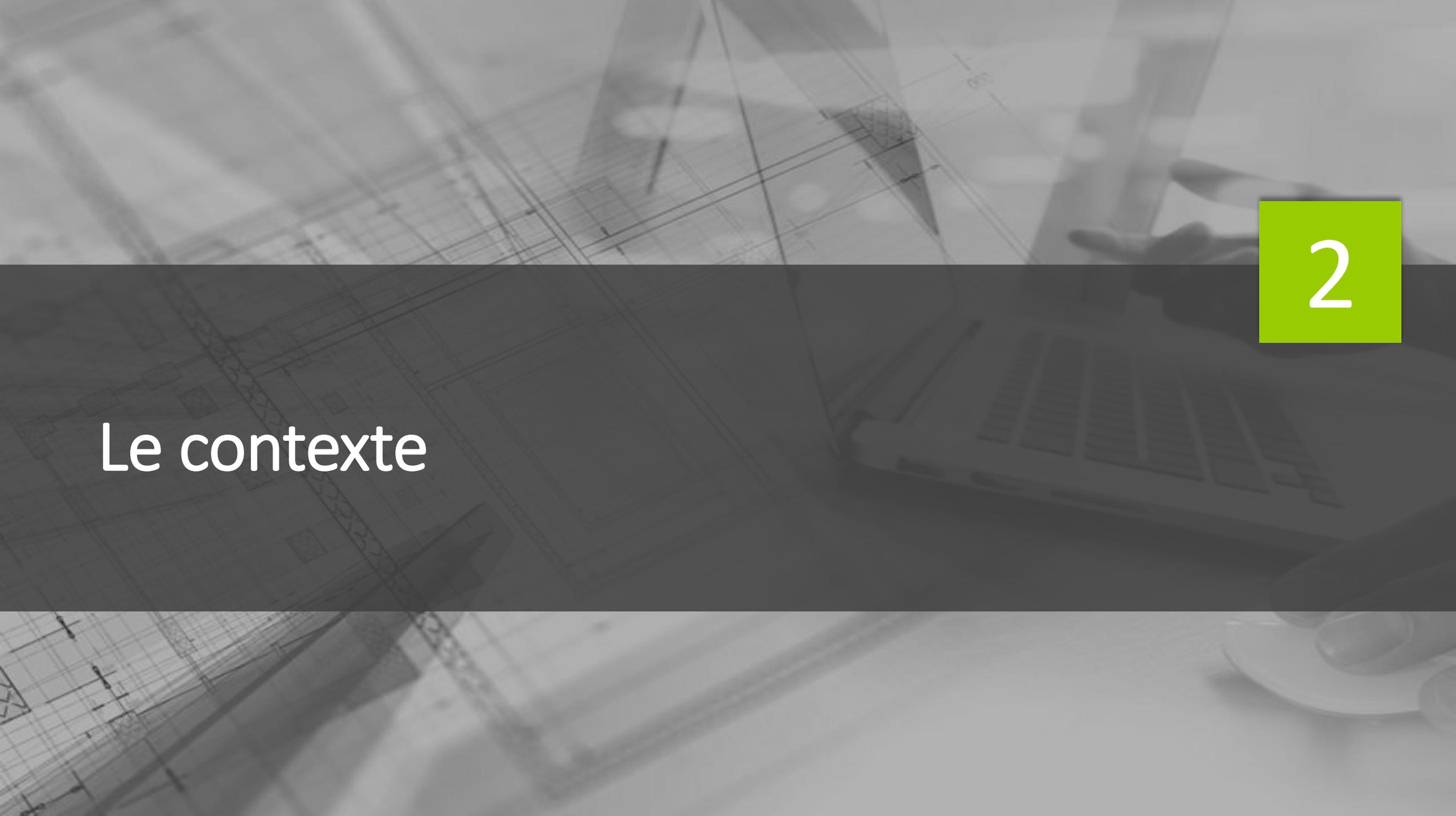
Une valeur globale du portefeuille de projets de 20,5 G\$

1

Aussi associée à des projets d'envergure :

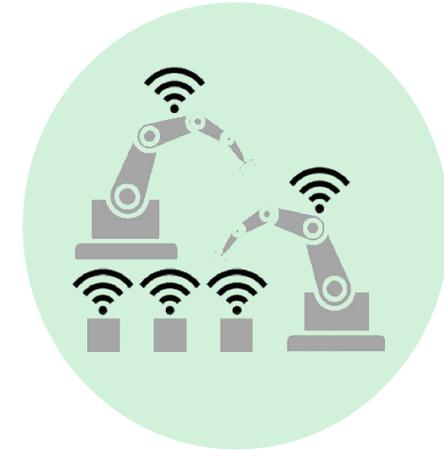
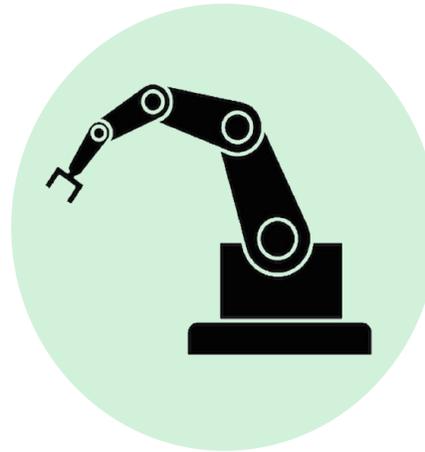
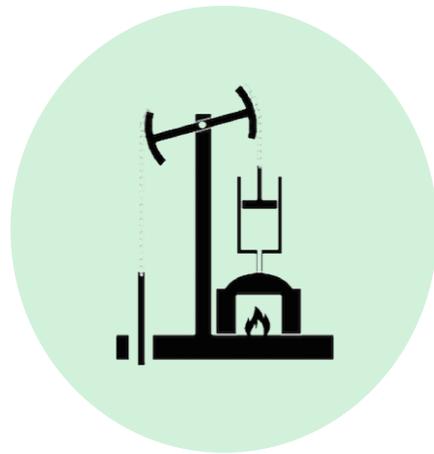
- Complexe des sciences de l'Université de Montréal
- Reconversion de l'Hôpital Royal Victoria pour l'Université McGill
- HEC-Montréal au centre-ville
- Échangeur Turcot
- Projets de la Caisse de dépôt et placement du Québec



The background of the slide is a grayscale, semi-transparent image. It depicts a workspace for an architect or engineer. On the left, there are detailed architectural blueprints with various lines and grids. In the center and right, a laptop is visible, with a hand pointing at the screen. Another hand is seen using a ruler on a surface, and a calculator is partially visible in the bottom right corner. The overall scene suggests a professional, technical environment.

2

Le contexte



1

2

3

4

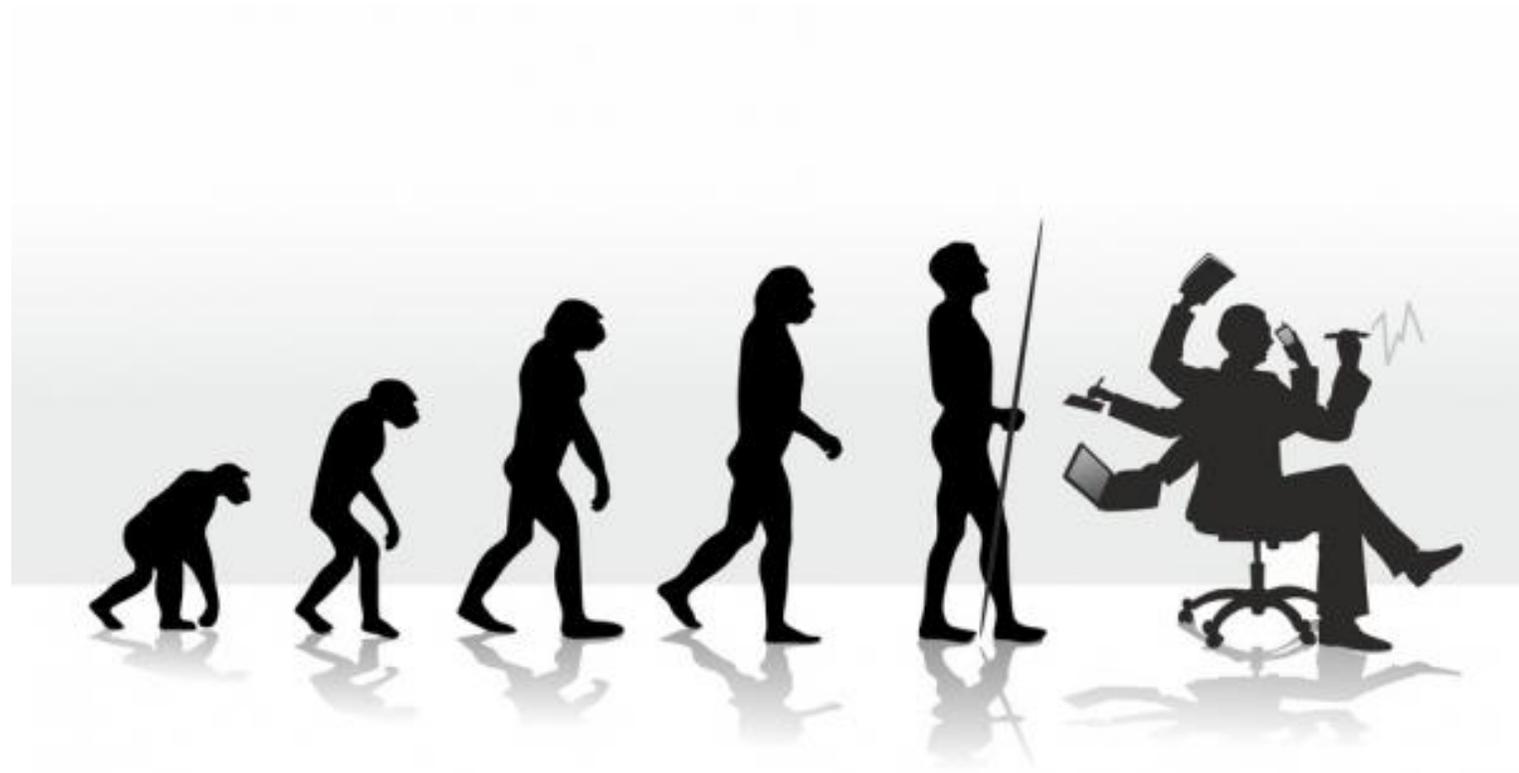
L'industrie 4.0 voit les technologies numériques s'intégrer au cœur des processus industriels

La **majorité des secteurs de l'économie mondiale** doivent actuellement composer avec cette révolution industrielle, laquelle repose sur la **convergence des technologies**, qui permet notamment :

- ▶ La capture des données pertinentes en temps réel;
- ▶ Le partage continu et instantané entre les différents intervenants;

Ceci implique nécessairement un **accroissement de la collaboration**, avec pour résultat :

- ▶ Une **amélioration de la performance et de la productivité**.

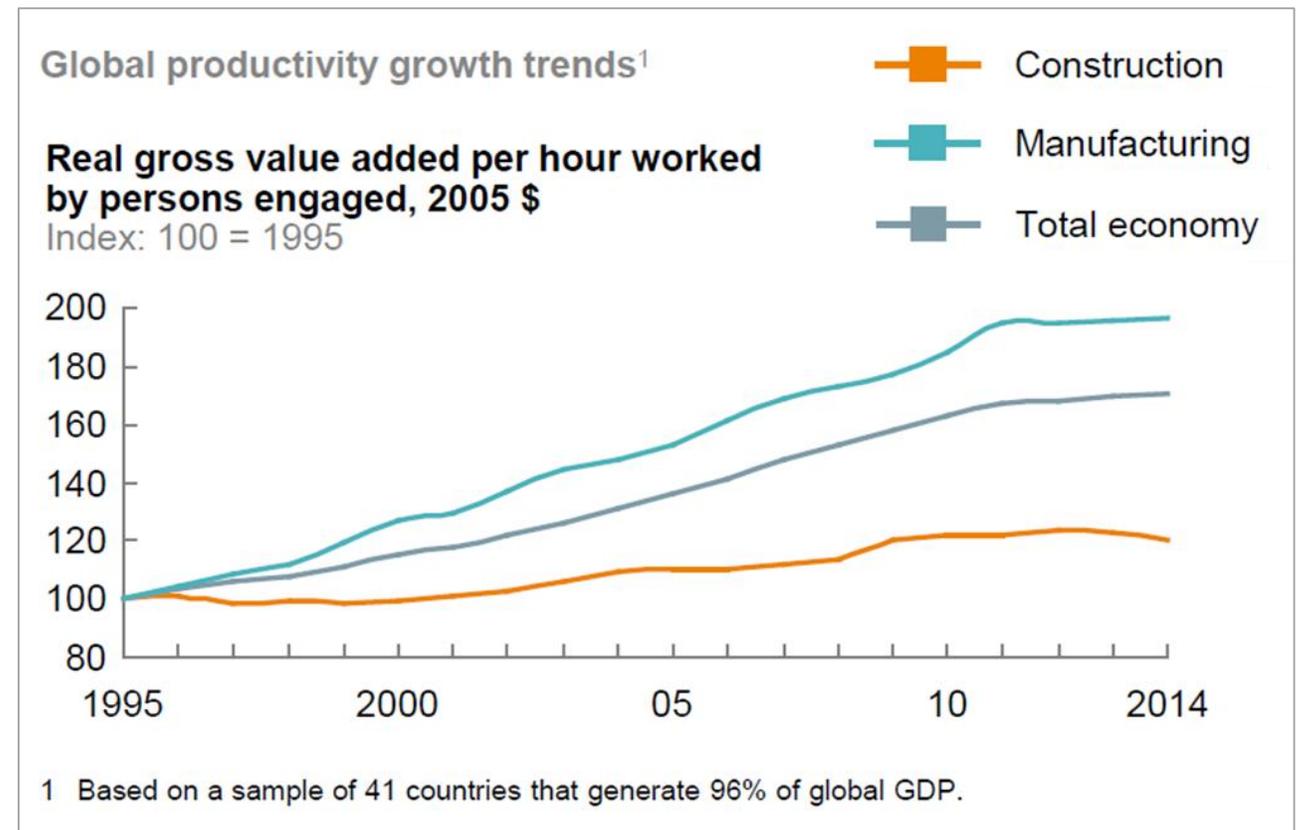


- ▶ **Au niveau mondial**, croissance moyenne annuelle de la productivité du travail, sur les derniers 20 ans (MGI*) :

- ▶ **Construction : 1%**;
- ▶ **Économie mondiale : 2,8%**;
- ▶ **Secteur manufacturier : 3,6%**;

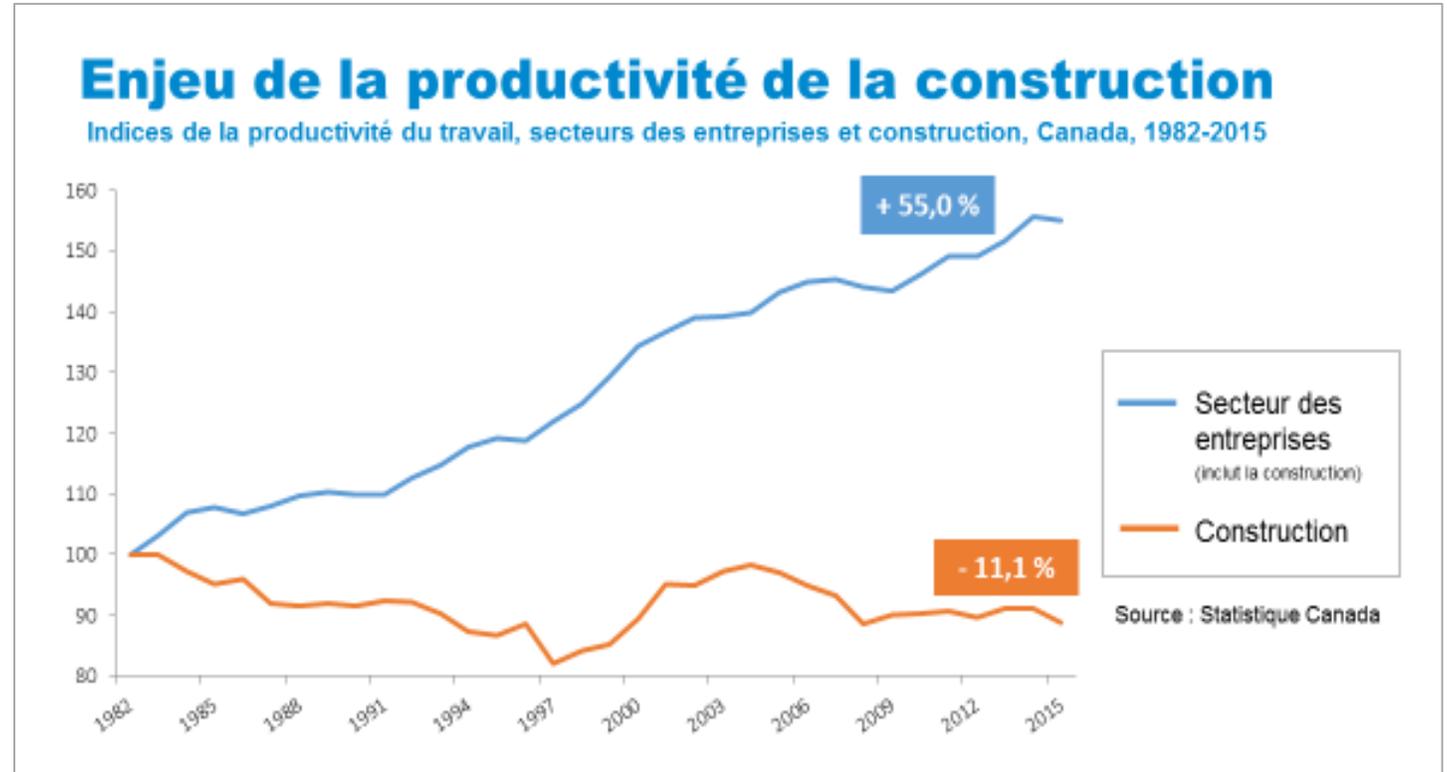
- ▶ Le rapport MGI* confirme de nombreuses raisons qui se traduisent par :

- ▶ **Mauvaise gestion et exécution du projet**;
- ▶ **Compétences** insuffisantes;
- ▶ **Processus de conception** inadéquats;
- ▶ **Sous-investissements** en développement des compétences, **R&D et innovation**.



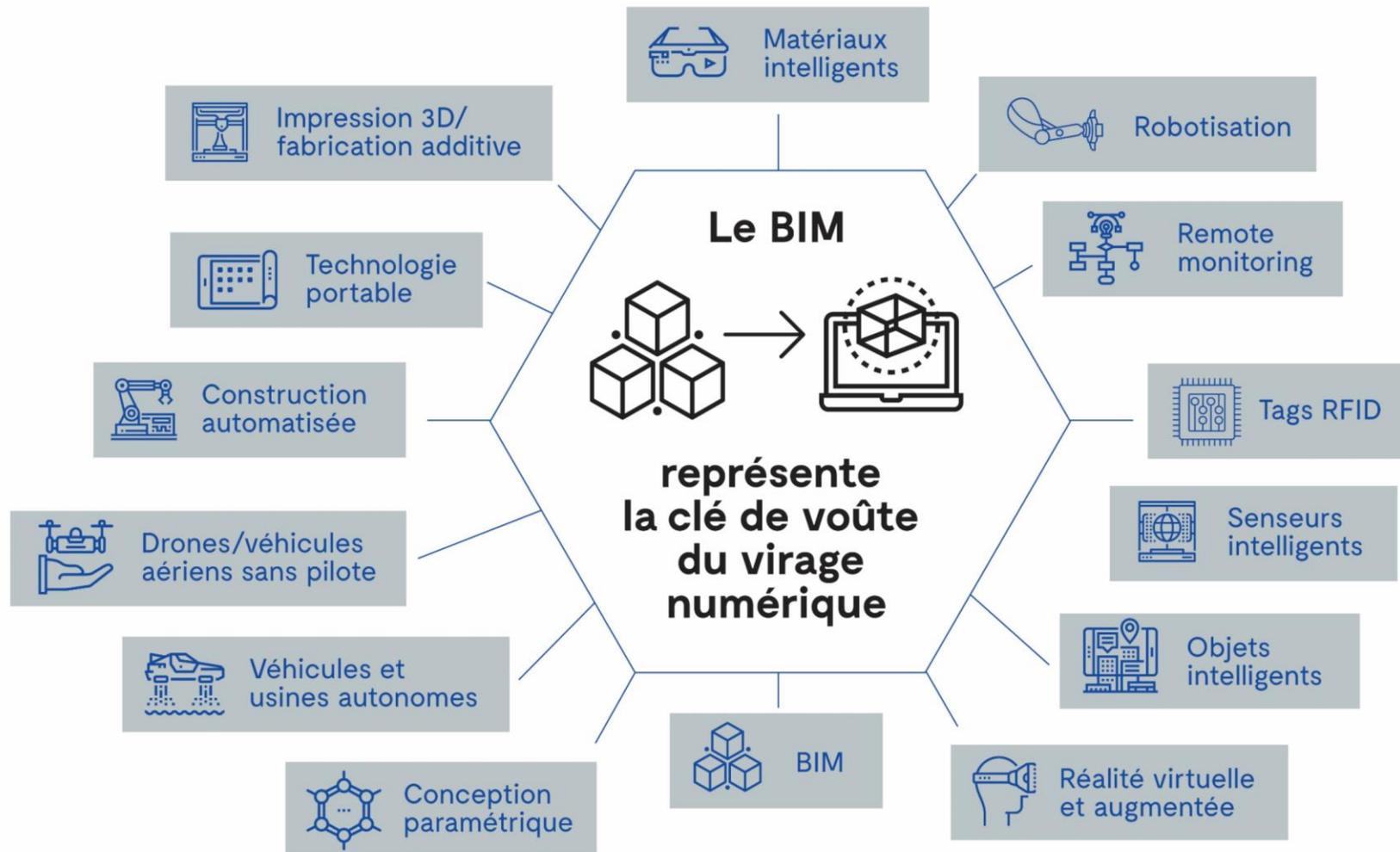
* Textes et figure tiré de : *McKinsey Global Institute (MGI), février 2017* – <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>

- ▶ Productivité décroissante de l'industrie de la construction au Canada, entre 1982 et 2015;
- ▶ Forte fragmentation et **retard dans l'appropriation des technologies** relatives à la gestion, la conception, la construction et l'entretien des bâtiments;
- ▶ Selon l'étude de l'ÉTS**, l'adoption des pratiques intégrées telles **le BIM-PCI contribueraient à améliorer cette situation.**



* Figure produite par le Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (MESI)

** Tiré de l'étude de l'ÉTS annexée au Dossier d'opportunité produit par la SQI dans le cadre du Projet de déploiement des pratiques intégrées BIM-PCI

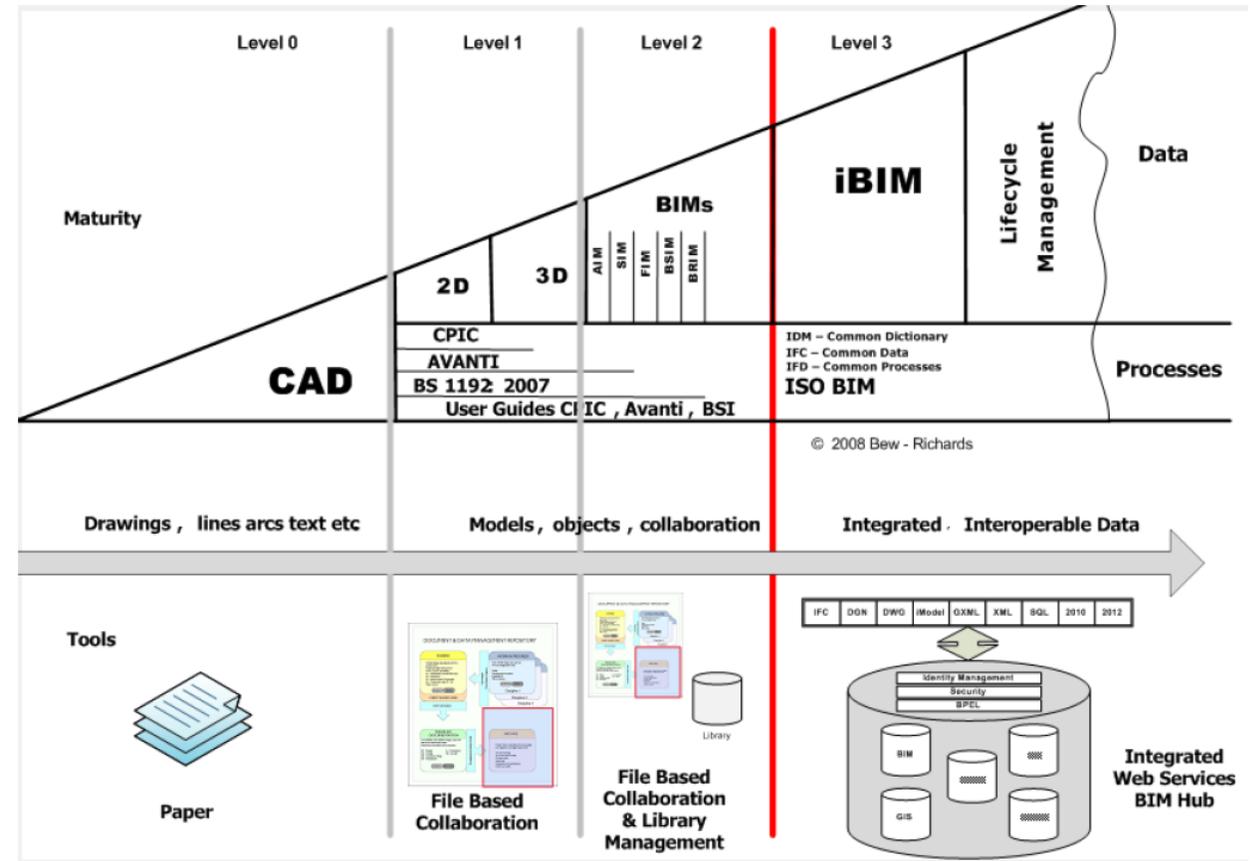


Qu'est-ce que la construction 4.0 ?

► L'application des principes de l'industrie 4.0 à la construction c'est :

- Utilisation de **données numériques massives en temps réel**;
- **Mise en réseau** des systèmes de production;
- **Automatisation** des tâches / application de **l'intelligence artificielle** et apprentissage machine;
- **Intégration** des données à toutes les échelles;
- Villes intelligentes, internet des objets, etc.

Donc, **une masse d'information** qui sera désormais disponible et exploitable pour de meilleures infrastructures en cours de projet et lors de l'exploitation, mais **aussi pour la gestion !**



- ▶ Dans l'industrie de la construction, la révolution numérique est :
 - ✔ Incontournable;
 - ✔ Un **potentiel majeur** pour accroître la performance et la productivité de toute la chaîne d'approvisionnement;
- ▶ Se traduit concrètement par :
 - ✔ **Numérisation** de l'environnement bâti et synchronisation des données;
 - ✔ **Virtualisation** (ou modélisation) de sa conception, de sa construction et de son maintien;
 - ✔ **Préfabrication** de ses composantes en usine;
 - ✔ Utilisation de la réalité virtuelle et augmentée, impression 3D, etc.;
- ▶ Parmi ces technologies et ces nouvelles approches, le BIM est la clé de voûte.



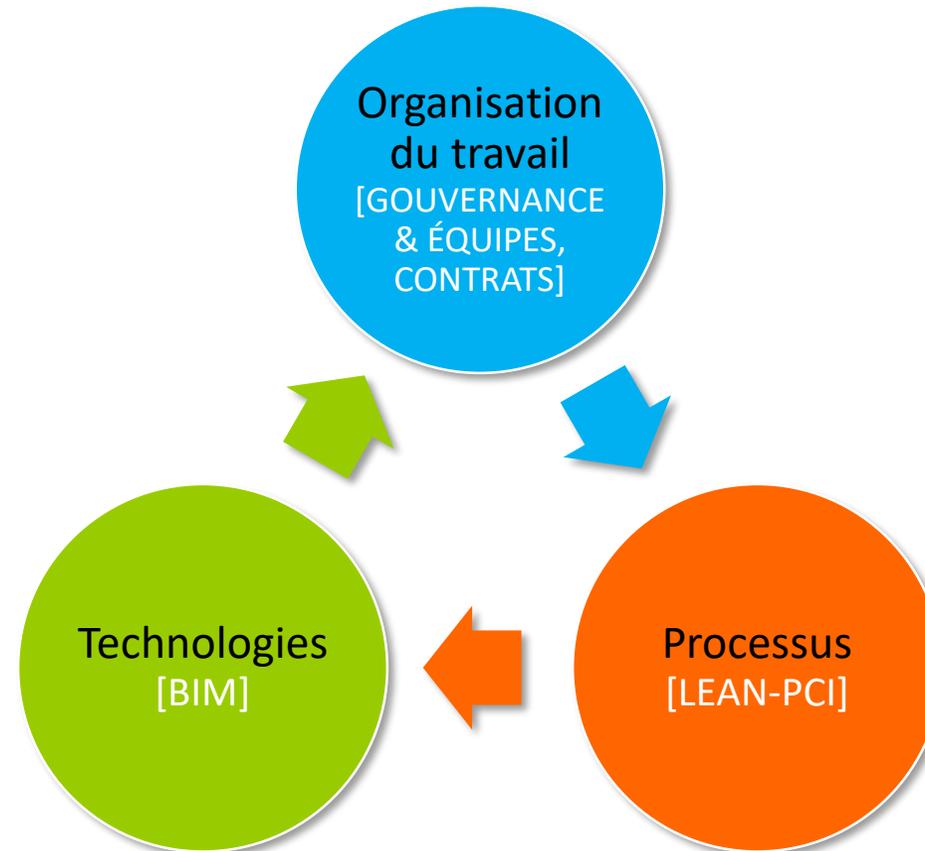
Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde

Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde

Les pratiques intégrées – 3 volets indissociables...

FAVORISENT UNE COLLABORATION ACCRUE ENTRE LES PARTENAIRES ET,
À TERME, UNE PLUS GRANDE EFFICACITÉ

- Nouvelles façons de faire
- Mouvement mondial
- Changement inévitable
- Interaction entre les technologies, les processus et l'organisation



- Élimination des silos
- Bénéfices (coût, échéancier, qualité et contenu)
- Valeur ajoutée sur l'ensemble du cycle de vie de l'ouvrage (exploitation)

Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde

BIM : « Building Information Modeling » ...Management

LE BIM EST UNE PLATEFORME NUMÉRIQUE DE PARTAGE...

...qui rassemble tous les intervenants



... qui considère tout le cycle de vie d'un bâtiment

CYCLE DE VIE DE L'IMMEUBLE – COÛTS GLOBAUX

CONSTRUCTION
25 %

- ✓ Programmation des besoins
- ✓ Concept
- ✓ Plans et devis détaillés
- ✓ Fabrication des composantes
- ✓ Construction

EXPLOITATION
75 %

- ✓ Opération de l'immeuble
- ✓ Entretien

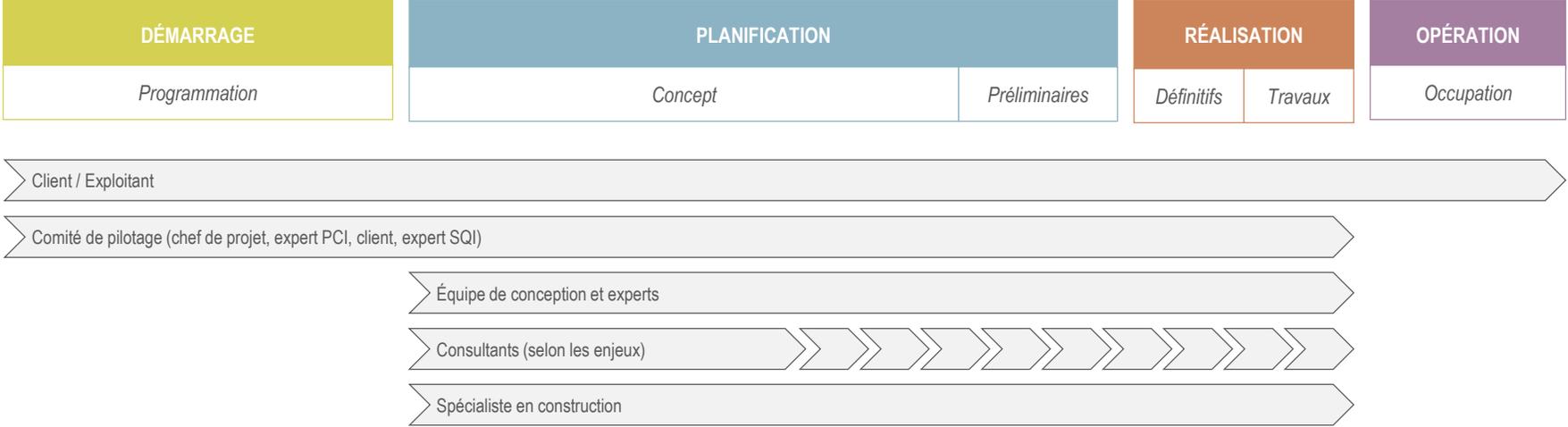
- ▶ Représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'une infrastructure, dans un **but de visualisation, d'analyse et de validation**;
- ▶ **Outil d'aide à la décision** durant le cycle de vie d'un projet et le cycle de vie complet d'une infrastructure, il permet, grâce aux données générées dès les premières étapes de la conception d'un ouvrage et réutilisées ultérieurement à l'aide d'une panoplie de technologies complémentaires, de :
 - ▶ Concevoir;
 - ▶ Construire;
 - ▶ Exploiter;
 - ▶ Occuper;
 - ▶ Disposer d'un ouvrage.

Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde

PCI : « Processus de conception intégrée »

LE PCI EST UN PROCESSUS COLLABORATIF.... ESSENTIEL

« Le PCI est un **processus collaboratif** et **multidisciplinaire** qui s’amorce dès le démarrage d’un projet et qui vise à **générer avec une meilleure efficacité des solutions intégrées, optimales, innovantes et durables**. Le PCI est guidé par des objectifs fonctionnels, environnementaux et économiques clairement définis et il couvre le cycle de vie d’un bâtiment ».



Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde

Le BIM adopté mondialement...

<p>2003-2007</p> <ul style="list-style-type: none"> → Leader par l'innovation → Soutien au gouvernement dans ses efforts écologiques et de développement durable → Meilleur service aux partenaires d'affaires <p> États-Unis</p>	<p>2003-2016</p> <ul style="list-style-type: none"> → Prise d'un rôle d'avant-plan dans l'industrie de la construction → Réduction de la consommation énergétique → Développement et recrutement de personnel compétent <p> Norvège</p>	<p>2004-....</p> <ul style="list-style-type: none"> → Optimisation des quantités par la validation 3D → Diminution du temps consacré à l'ingénierie → Meilleur contrôle des coûts et des échéanciers <p> Hydro Québec</p>
<p>Finlande (1996-2007) Danemark (2001-2007) Hong-Kong (2006-2015) Australie (2009-2016) Suède (2013-2018) Italie (... -2019 à 2022) Belgique (... -2019 à 2022) République tchèque (2016-2022) – Obligation du BIM pour les marchés publics Autres pays où le BIM est en usage</p>		
<p>2011-2015</p> <ul style="list-style-type: none"> → Développement des pratiques de classe mondiale → Création d'un milieu innovant et durable → Amélioration de la productivité dans la construction <p> Singapour</p>	<p>Avril 2016 : BIM (niveau 2) pour tous les projets publics</p> <p> Grande-Bretagne</p>	<p>→ Mise à l'utilisation du BIM en 2017 dans tous les projets d'infrastructure publique</p> <p> France</p>

* Tiré de l'étude de l'ÉTS (actualisée) annexée au Dossier d'opportunité produit par la SQI – Projet de déploiement des pratiques intégrées BIM-PCI

Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde

Des bénéfices pour l'industrie



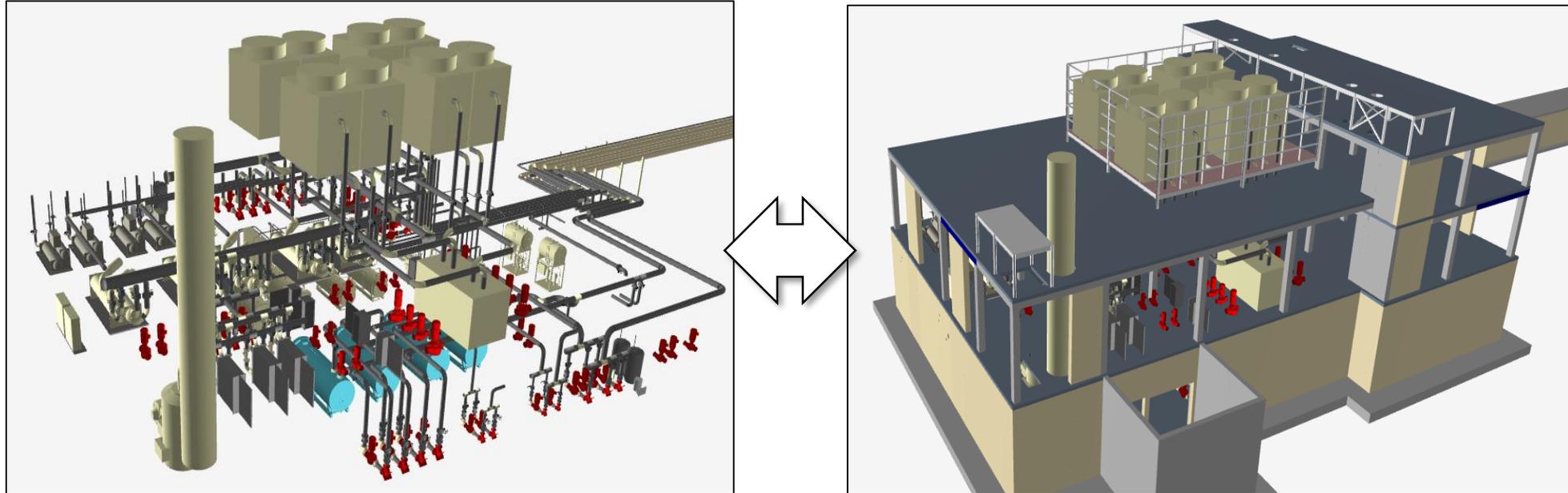
* Données tirées de l'étude de l'ÉTS annexée au Dossier d'opportunité produit par la SQI dans le cadre du Projet de déploiement des pratiques intégrées BIM-PCI

** The Boston Consulting Group, "Digital in Engineering and Construction: The Transformative Power of Building Information Modeling", mars 2016

Les pratiques intégrées BIM et PCI, ici et ailleurs dans le monde

Vers des maquettes 3D et des banques de données numériques

3



Des bénéfices confirmés

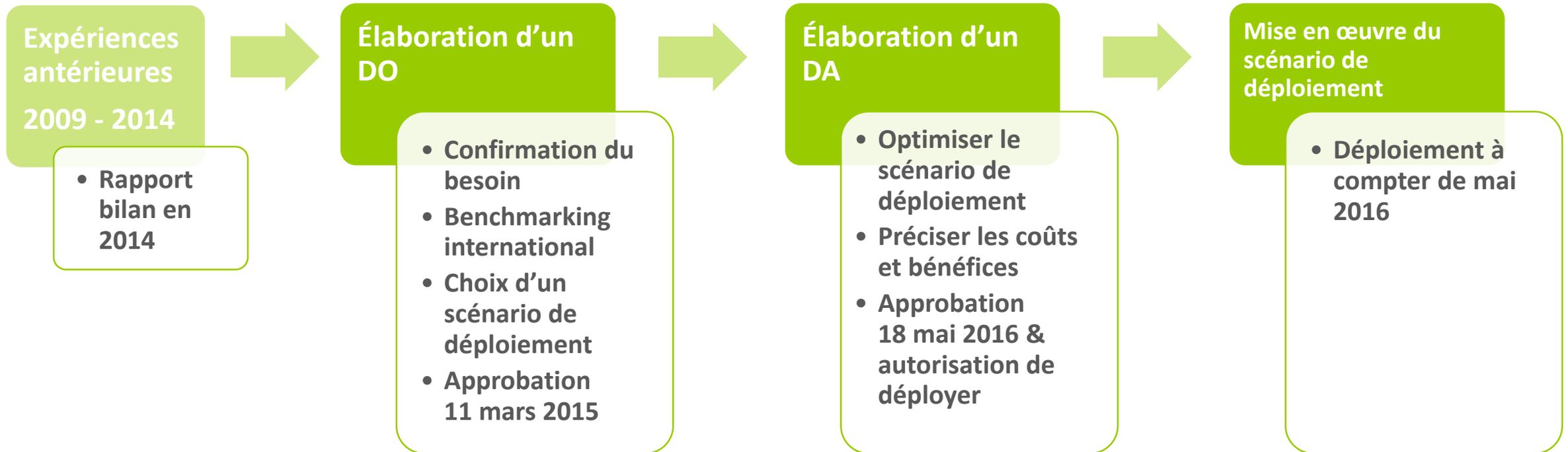
- ✓ RÉDUCTION DES REPRISES EN CHANTIER
- ✓ RÉDUCTION DES CONFLITS D'INTERFACES

- ✓ RÉDUCTION DES DEMANDES D'INFORMATION (QRT)
- ✓ RÉDUCTION DES ODC ET DES AVENANTS

BIM-PCI : le déploiement dans les projets à la SQI

BIM-PCI : le déploiement dans les projets à la SQI

Un chantier d'innovation à la SQI – La démarche



Le projet de déploiement de la SQI : Un projet conçu et réalisé en étroite collaboration avec l'industrie de la construction

En 2017, dans le but d'accélérer le déploiement du BIM au Québec, le Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (MESI) et la Société Québécoise des Infrastructures (SQI) collaboraient afin de :

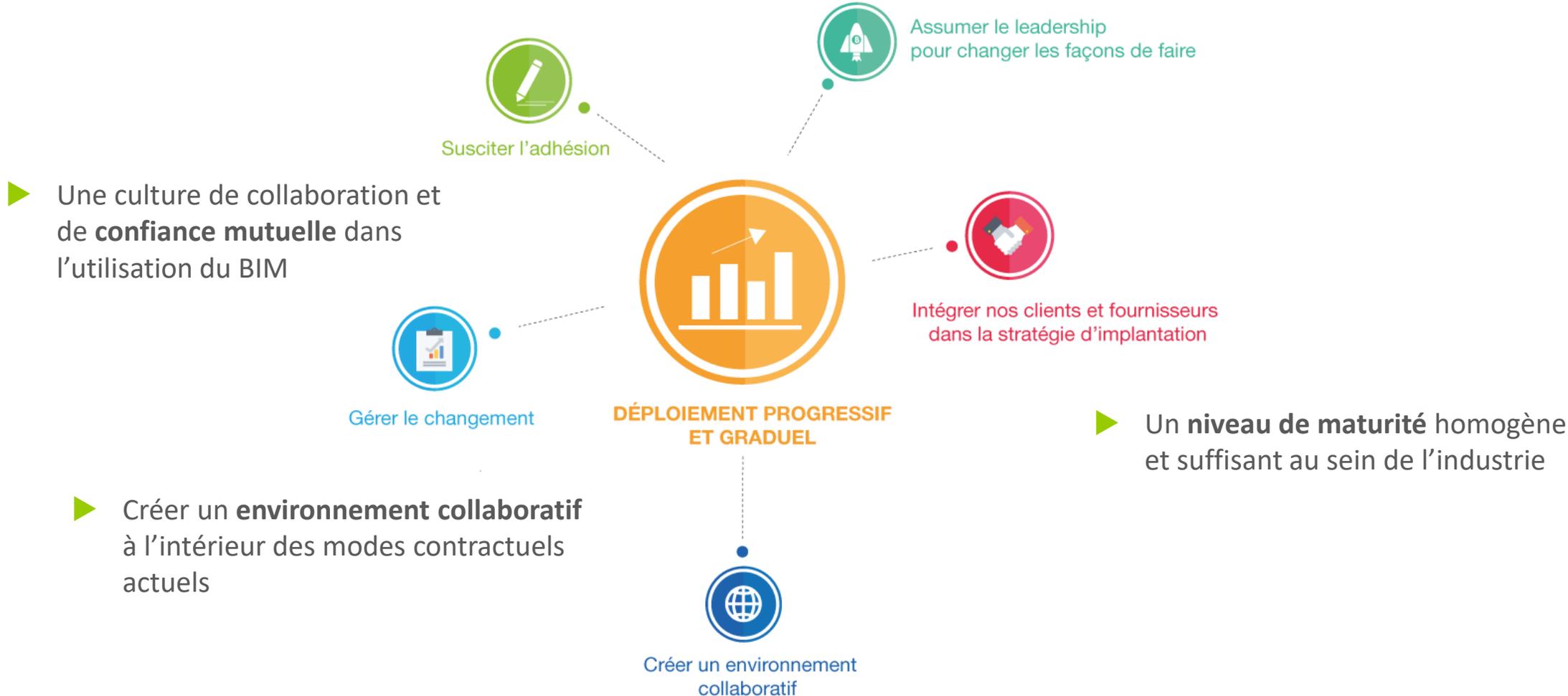
- ▶ Mener une **étude sur l'état du déploiement** des outils et des pratiques du BIM au Québec;
- ▶ Mettre en œuvre des « **Chantiers de réflexion** », lesquels ont regroupé en novembre et décembre 2017 près de 300 représentants de l'industrie de la construction au Québec;

Quelques **constats des Chantiers de réflexion** :

- ▶ **Nombreux avantages et bénéfiques**, dont : Gains importants en efficacité, diminution des coûts de projet, diminution du risque en chantier, réduction du gaspillage, amélioration de la qualité de l'information, optimisation globale de l'ouvrage, etc.;
- ▶ **Barrières** : les contrats, la formation, la **collaboration**, les investissements, la standardisation;
- ▶ **Attentes** : la **collaboration**, la productivité, la qualité, la performance.

BIM-PCI : le déploiement dans les projets à la SQL

Les enjeux et défis du déploiement des pratiques intégrées

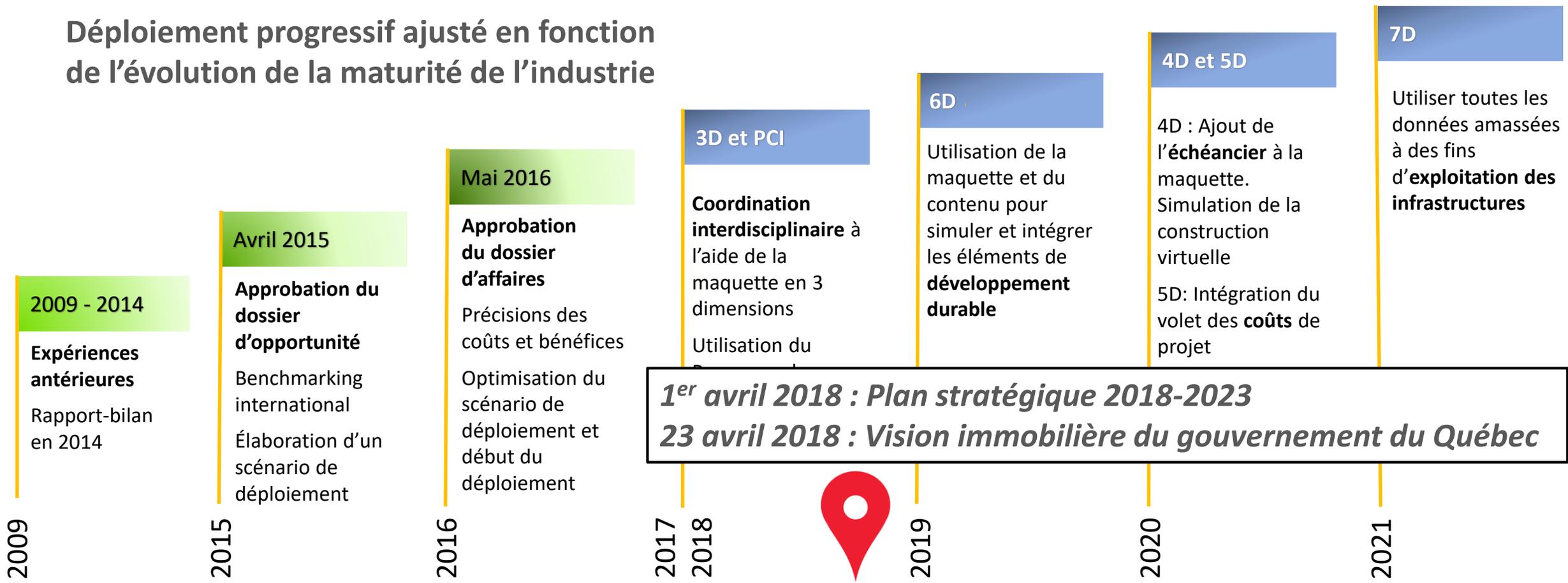


BIM-PCI : le déploiement dans les projets à la SQL

La feuille de route : une démarche qui s'inscrit dans le temps



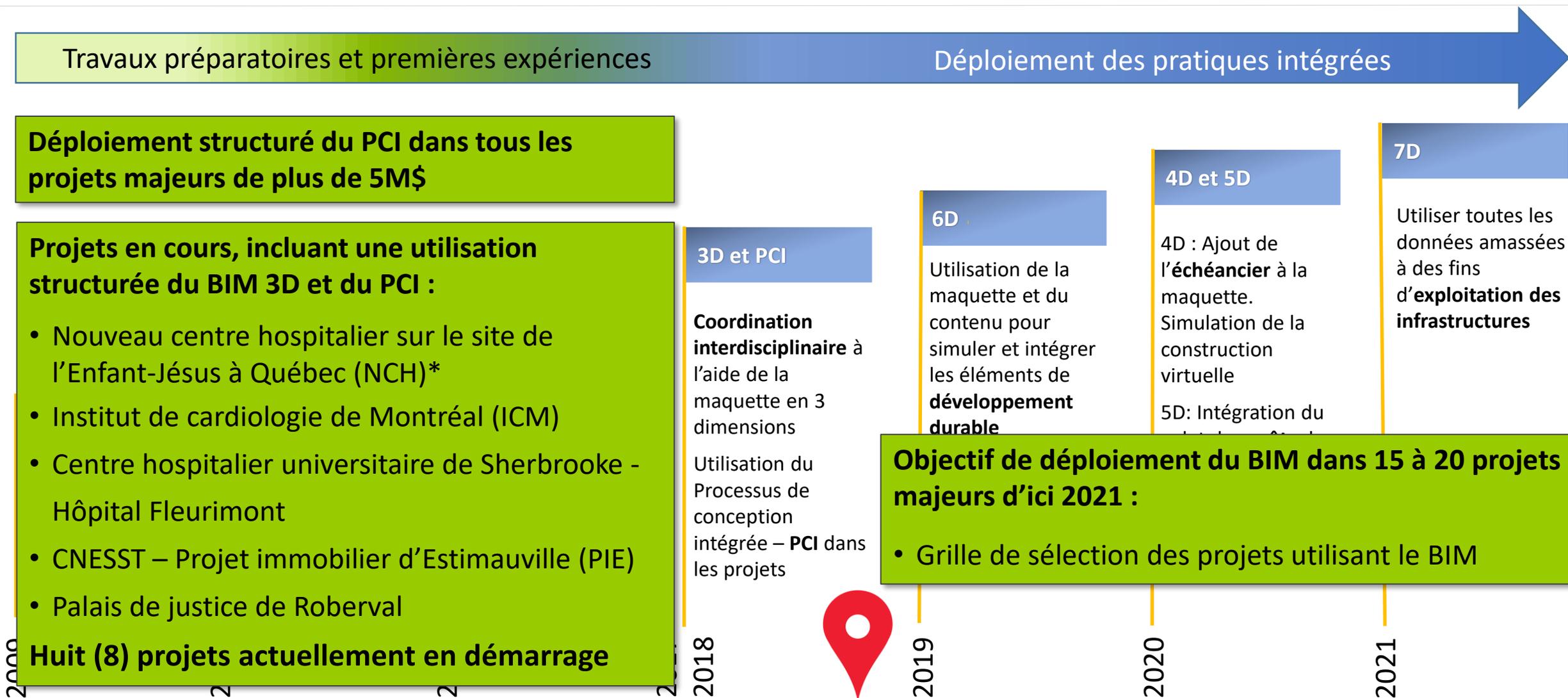
Déploiement progressif ajusté en fonction de l'évolution de la maturité de l'industrie



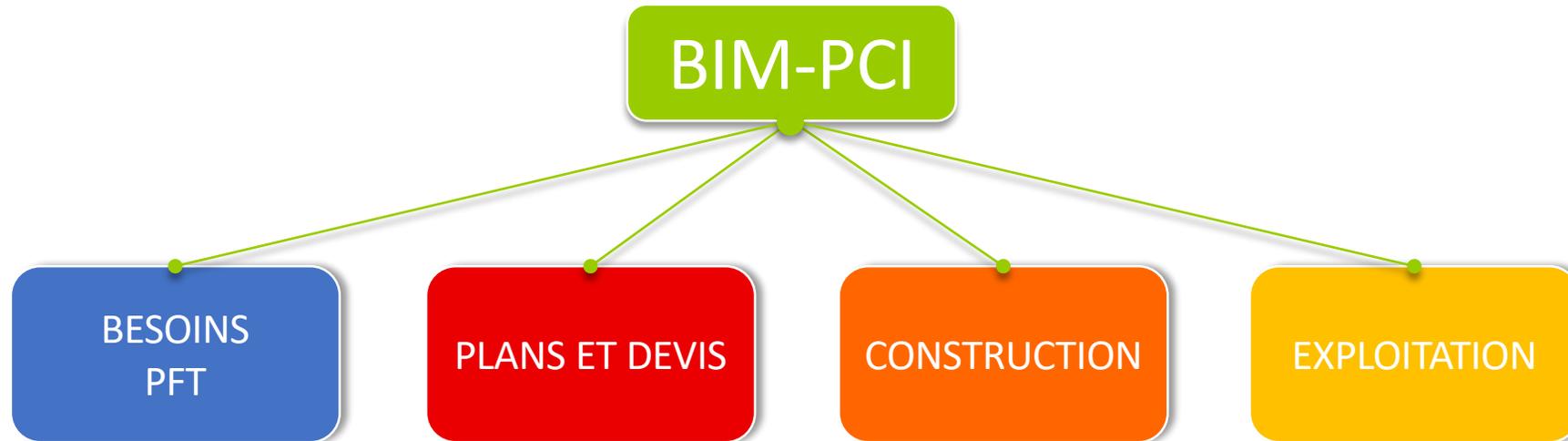
1^{er} avril 2018 : Plan stratégique 2018-2023
23 avril 2018 : Vision immobilière du gouvernement du Québec

BIM-PCI : le déploiement dans les projets à la SQL

La feuille de route : les projets



INTÉGRATION EN AMONT DANS LE PROJET QUEL QUE SOIT LE MODE DE RÉALISATION UTILISÉ



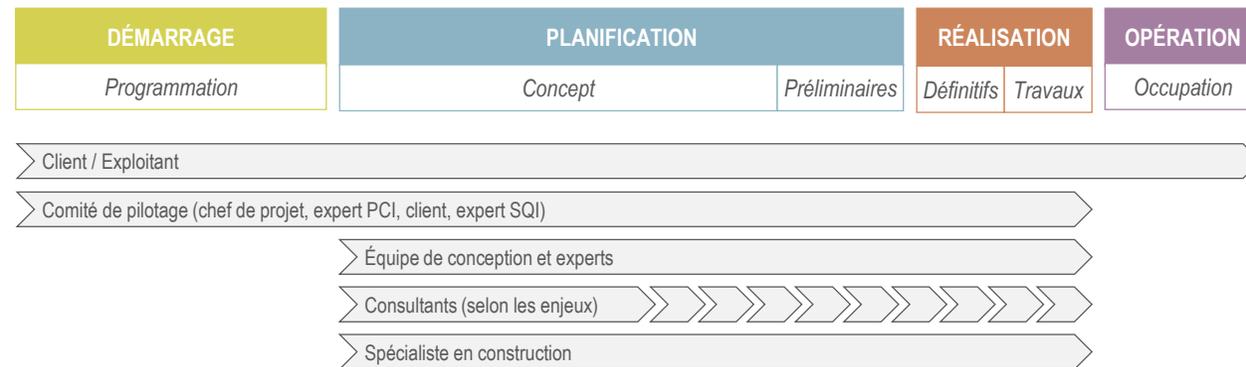
- Le BIM-PCI s'applique **sur toute la durée du cycle de vie de l'infrastructure**, et ce, peu importe le mode de réalisation du projet;
- Le mode de réalisation a un **effet important sur le flux de travail et affecte les bénéfiques**.

BIM-PCI : le déploiement dans les projets à la SQL

Enjeu : créer une culture de collaboration

LE PCI EST UN PROCESSUS COLLABORATIF...

PCI
OU ...
PCI ?



Processus de conception intégrée OU processus de collaboration interdisciplinaire :

- ▶ S'applique à toutes les étapes d'un projet;
- ▶ Regroupe toutes les parties prenantes concernées;
- ▶ Processus générique.... s'appliquant tout autant au LEAN, LEED, analyse de la valeur, PCI...

BIM-PCI : le déploiement dans les projets à la SQI

Les moyens mis en œuvre pour le déploiement

Formation & support

Documents d'appel d'offres,
pour le PCI et le BIM 3D,
incluant :

- ▶ Guides d'application BIM & PCI;
- ▶ Plan de gestion BIM;
- ▶ Plan d'action PCI;
- ▶ **Clauses contractuelles spécifiques;**
- ▶ **Critères de sélection BIM & PCI,** incluant la collaboration



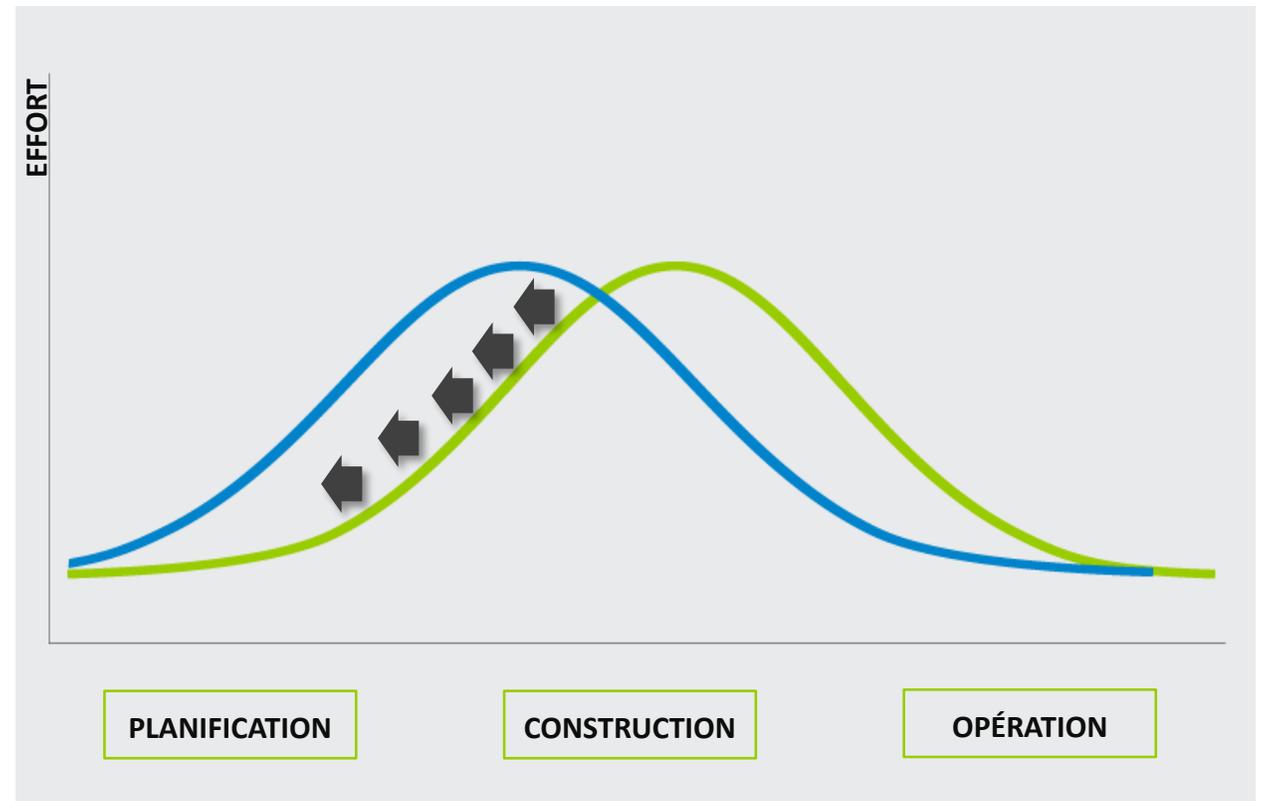
La gestion de projets et le numérique : Gestion de projets 4.0

COMPRENDRE LES « MÉTRIQUES » ET FACILITER LA PRISE DE DÉCISION

► Approche traditionnelle;

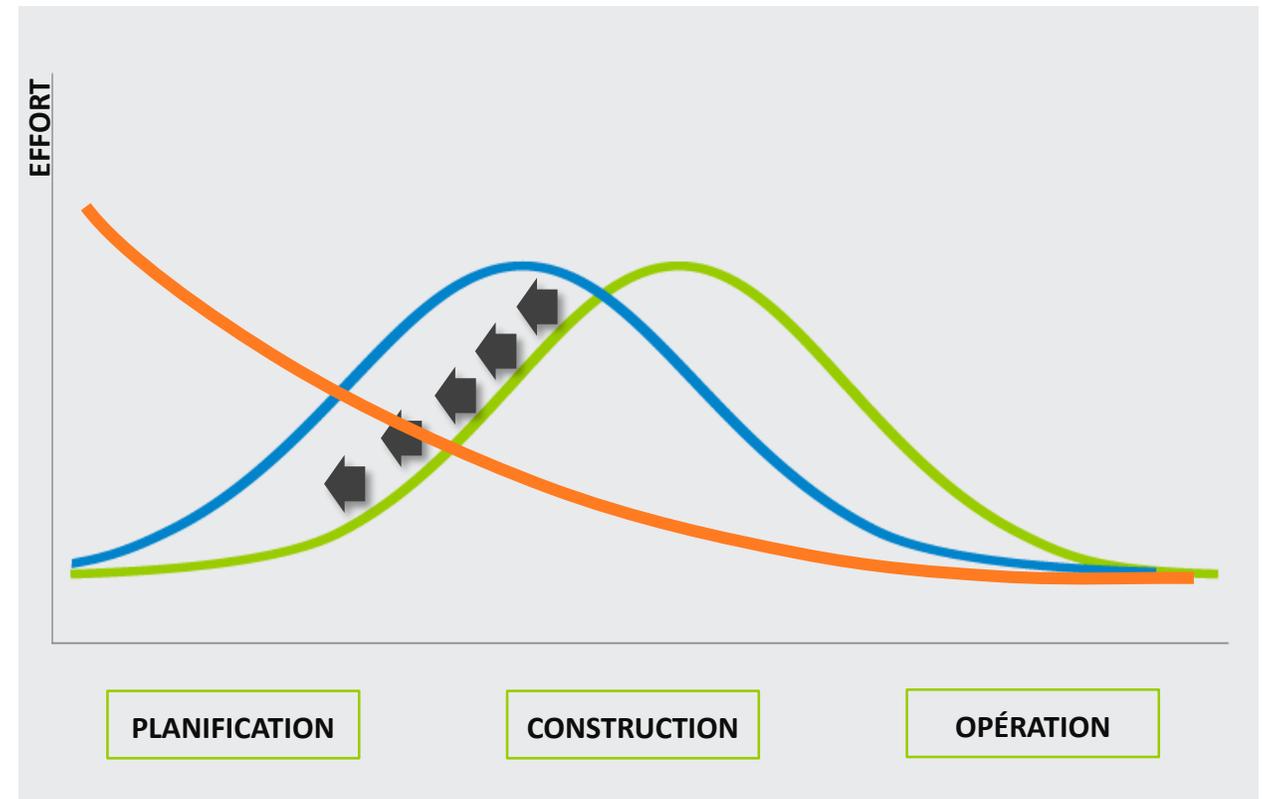
► Approche BIM-PCI :

- Implication accrue en amont;
- Collaboration (facilitateur, comité de pilotage, plateforme collaborative, etc.);
- Gestion des maquettes et données numériques (équipe de gestion BIM, plan de gestion BIM, etc.);
- Support à la gestion de projets :
 - Estimation des coûts, analyse de la valeur ajoutée et du flux de trésorerie;
 - Revue de conception, revue qualité et audits;
 - Séquencement des travaux.



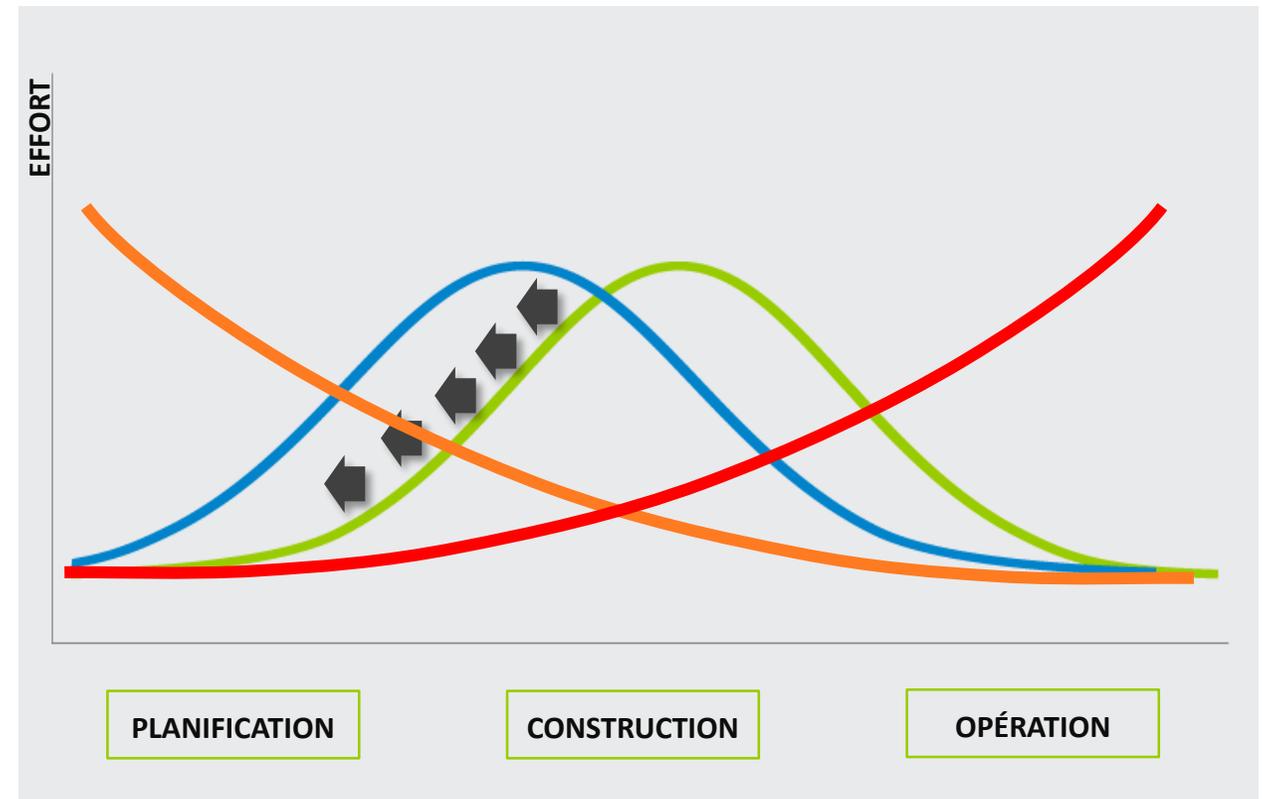
COMPRENDRE LES « MÉTRIQUES » ET FACILITER LA PRISE DE DÉCISION

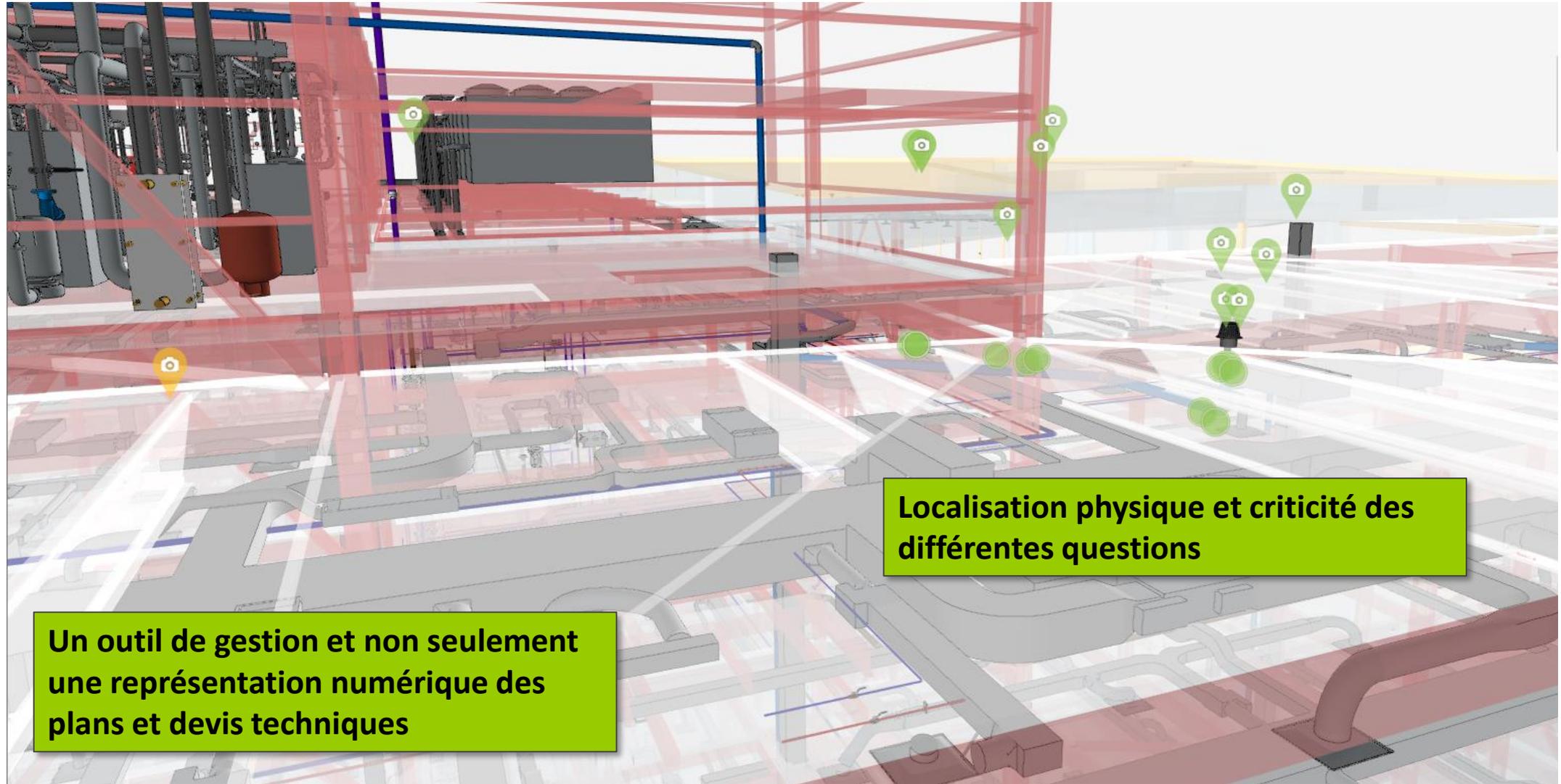
- ▶ **Approche traditionnelle;**
- ▶ **Approche BIM-PCI :**
 - ▶ Implication accrue en amont;
 - ▶ Collaboration (facilitateur, comité de pilotage, plateforme collaborative, etc.);
 - ▶ Gestion des maquettes et données numériques (équipe de gestion BIM, plan de gestion BIM, etc.);
 - ▶ Support à la gestion de projets;
- ▶ **Capacité d'impact sur les fonctionnalités et les coûts;**



COMPRENDRE LES « MÉTRIQUES » ET FACILITER LA PRISE DE DÉCISION

- ▶ **Approche traditionnelle;**
- ▶ **Approche BIM-PCI :**
 - ▶ Implication accrue en amont;
 - ▶ Collaboration (facilitateur, comité de pilotage, plateforme collaborative, etc.);
 - ▶ Gestion des maquettes et données numériques (équipe de gestion BIM, plan de gestion BIM, etc.);
 - ▶ Support à la gestion de projets;
- ▶ **Capacité d'impact sur les fonctionnalités et les coûts;**
- ▶ **Coût des modifications.**





Un outil de gestion et non seulement une représentation numérique des plans et devis techniques

Localisation physique et criticité des différentes questions

QUESTIONS TOTALES VS QUESTIONS FERMÉES

Sélectionner la périodicité et le délai

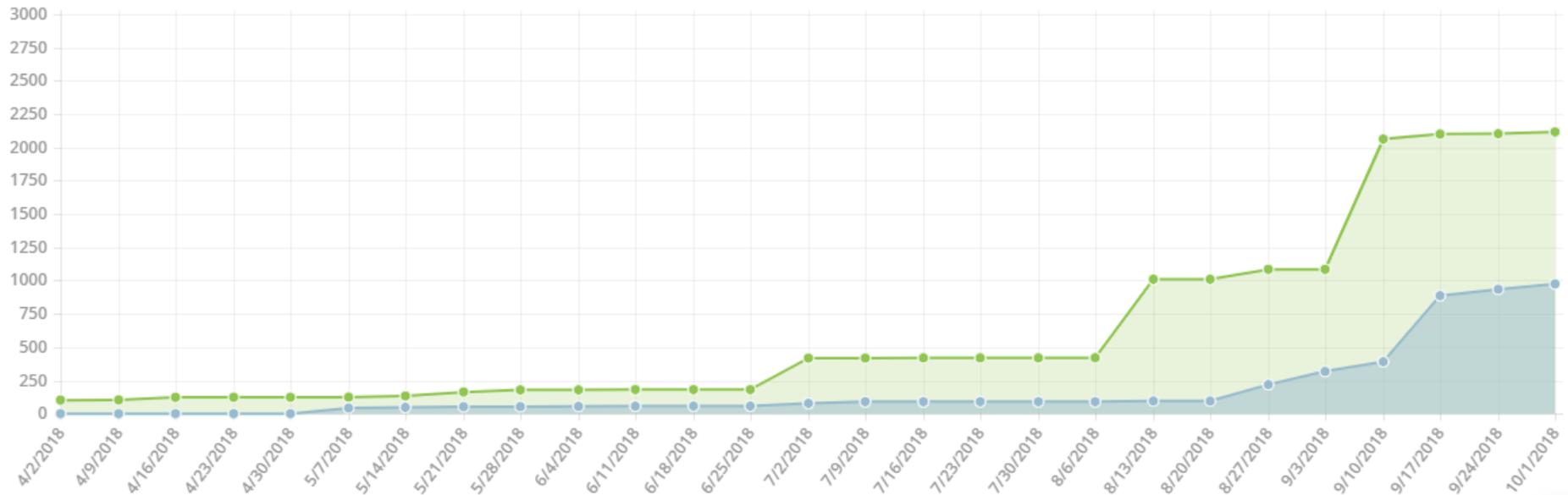
Périodicité: Hebdomadaire

Date de début: 4/6/2018

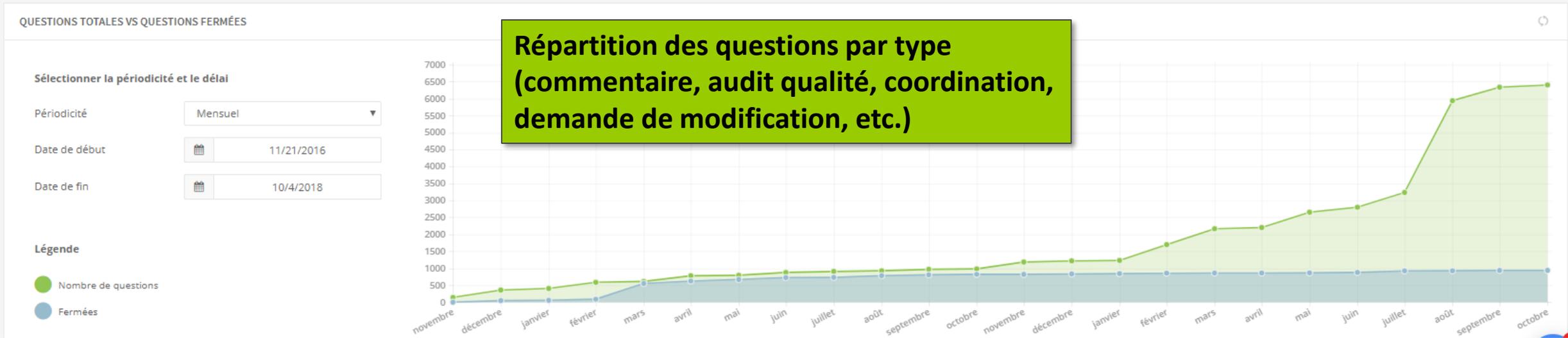
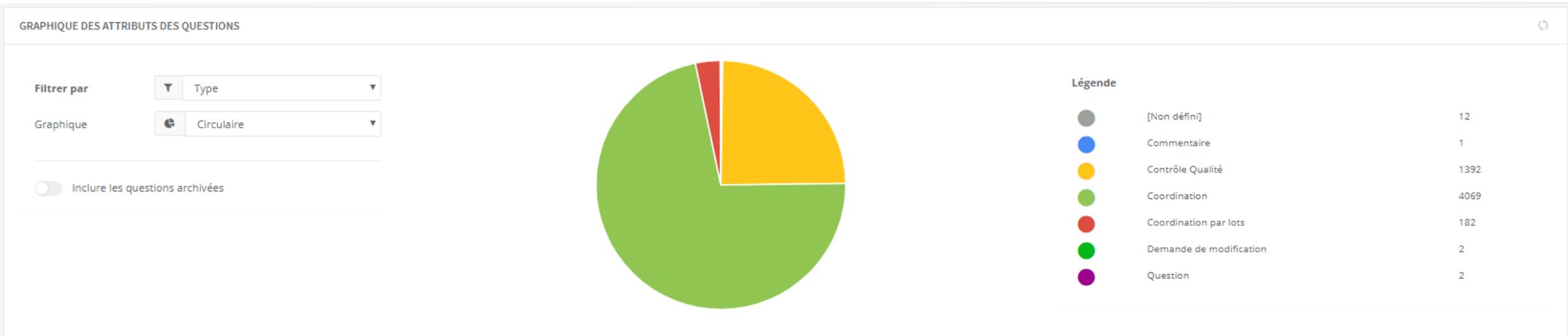
Date de fin: 10/4/2018

Légende

- Nombre de questions
- Fermées



Nombre de questions totales et fermées



Métriques

24.1 jours

DÉLAI MOYEN DE FERMETURE D'UNE QUESTION

53 jours

ÂGE MOYEN DES QUESTIONS OUVERTES

2116 questions

NOMBRE TOTAL DE QUESTIONS

GRAPHIQUE DES ATTRIBUTS DES QUESTIONS

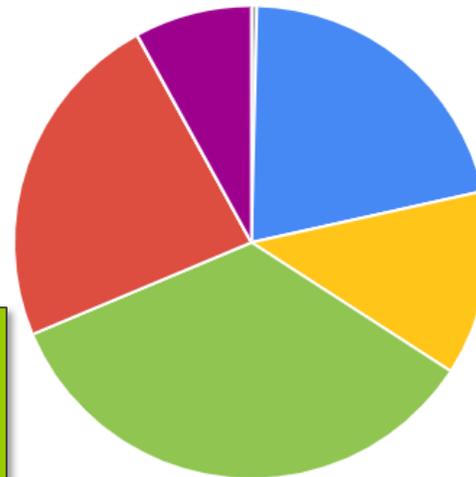
Filtrer par

Disciplines

Graphique

Circulaire

Inclure les questions archivées



Légende

●	[Non défini]	16
●	Architecture	919
●	Électricité	549
●	Mécanique	1499
●	Plomberie	1014
●	SQI	1
●	Structure	347

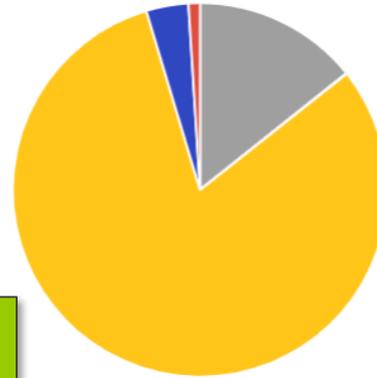
Répartition des diverses questions par disciplines avec le délai moyen

GRAPHIQUE DES ATTRIBUTS DES QUESTIONS

Filtrer par

Graphique

Inclure les questions archivées



Légende

●	À discuter en réunion de travail	302
●	BIM Registre Q/R	1
●	Coordination 3D	1715
●	SQL_Audit technique	77
●	SQL_Commentaire	21

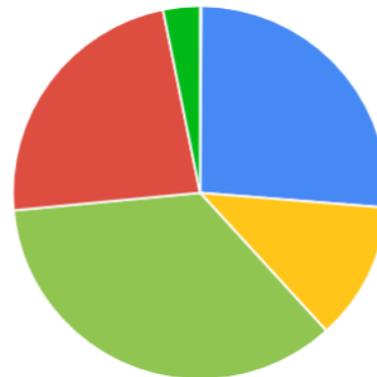
« Forage » des questions en appliquant plusieurs filtres (type de question, discipline, secteur physique, etc.)



▼ Coordination 3D
1715 Questions trouvées >

Filtrer par

Graphique

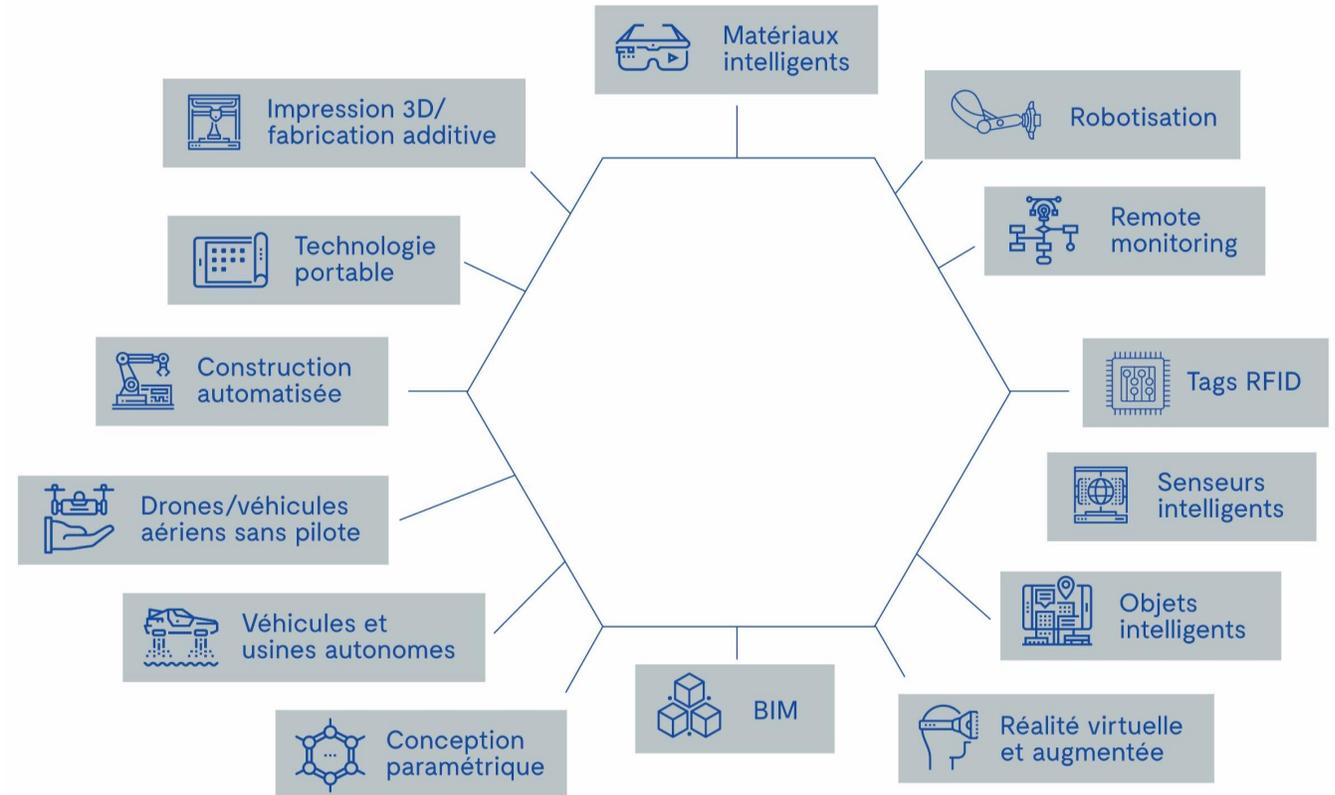


Légende

●	[Non défini]	4
●	Architecture	906
●	Électricité	414
●	Mécanique	1222
●	Plomberie	808
●	Structure	110

Une évolution exponentielle :

- ▶ Le BIM et toute la technologie qui l'entoure est en évolution constante et s'accélère, notamment avec l'apport de **l'intelligence artificielle**;
- ▶ De **multiples logiciels spécialisés**, produits par des centaines d'entreprises de l'écosystème de la construction, sont lancés régulièrement;
- ▶ Les progiciels de **gestion immobilière** s'arriment déjà depuis quelques temps aux masses de données issues du BIM;
- ▶ Les progiciels de **gestion de projets** tardent à faire cet arrimage mais ce mouvement est lancé depuis peu.

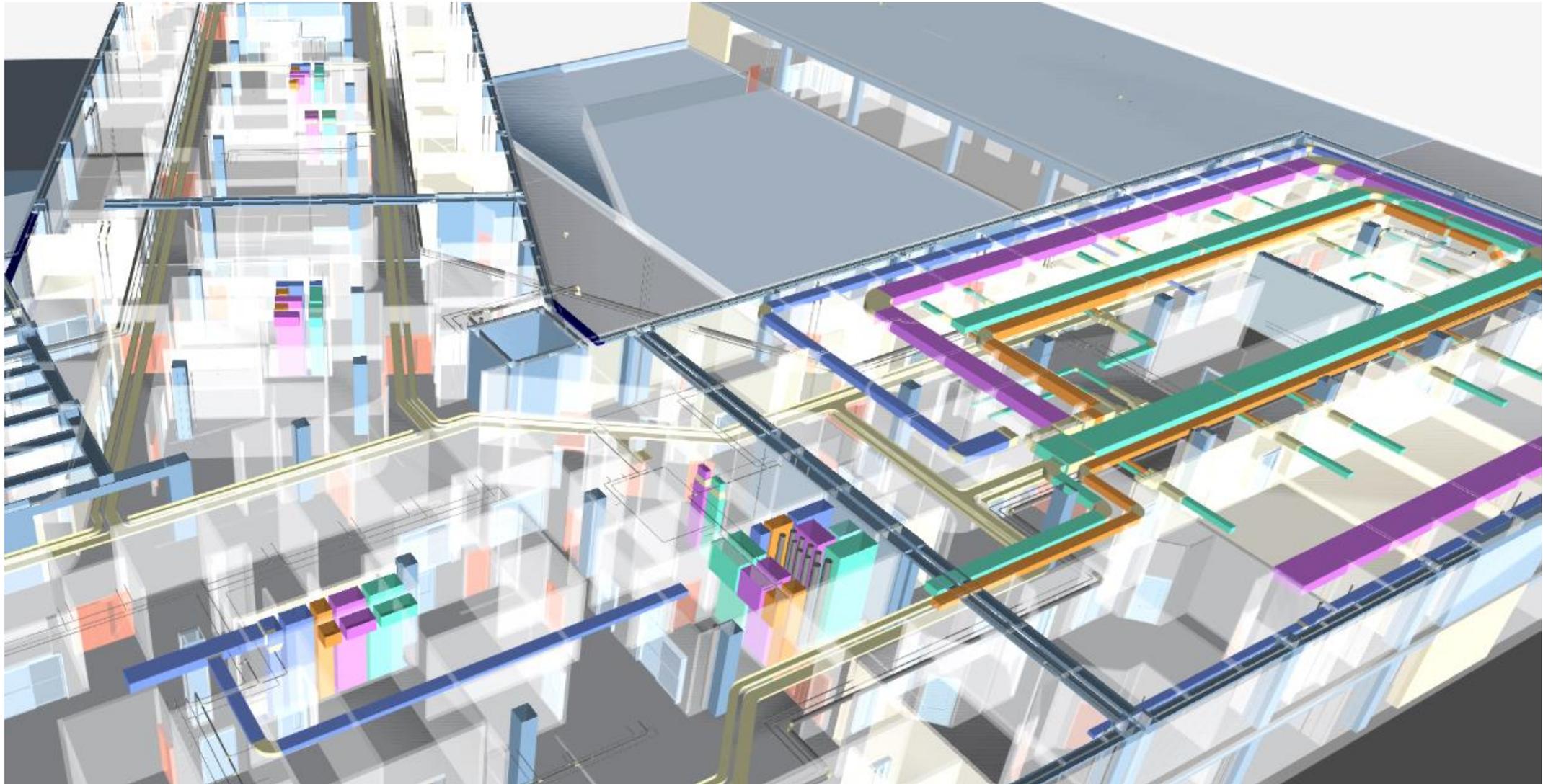




En quelques “clicks”, des maquettes numériques et des « nuages de points »...



Projet en cours – Secteur santé, étape planification, mode de réalisation Construction-conception-financement (CCF)



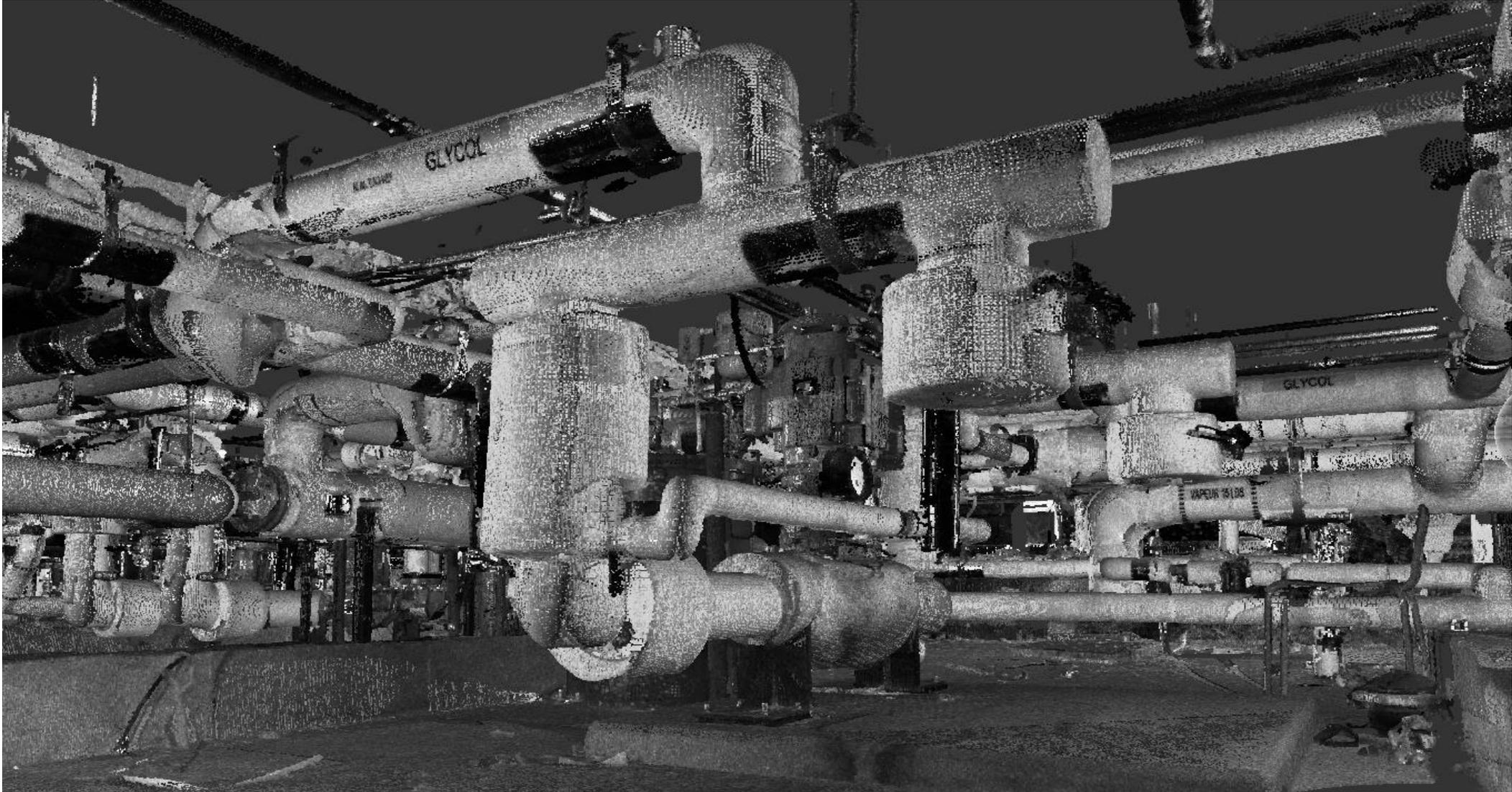
Projet en cours – Secteur santé, étape réalisation, mode de réalisation Gérance de construction (GC)



« Nuages de points » – Relevés laser s'intégrant aux maquettes numériques



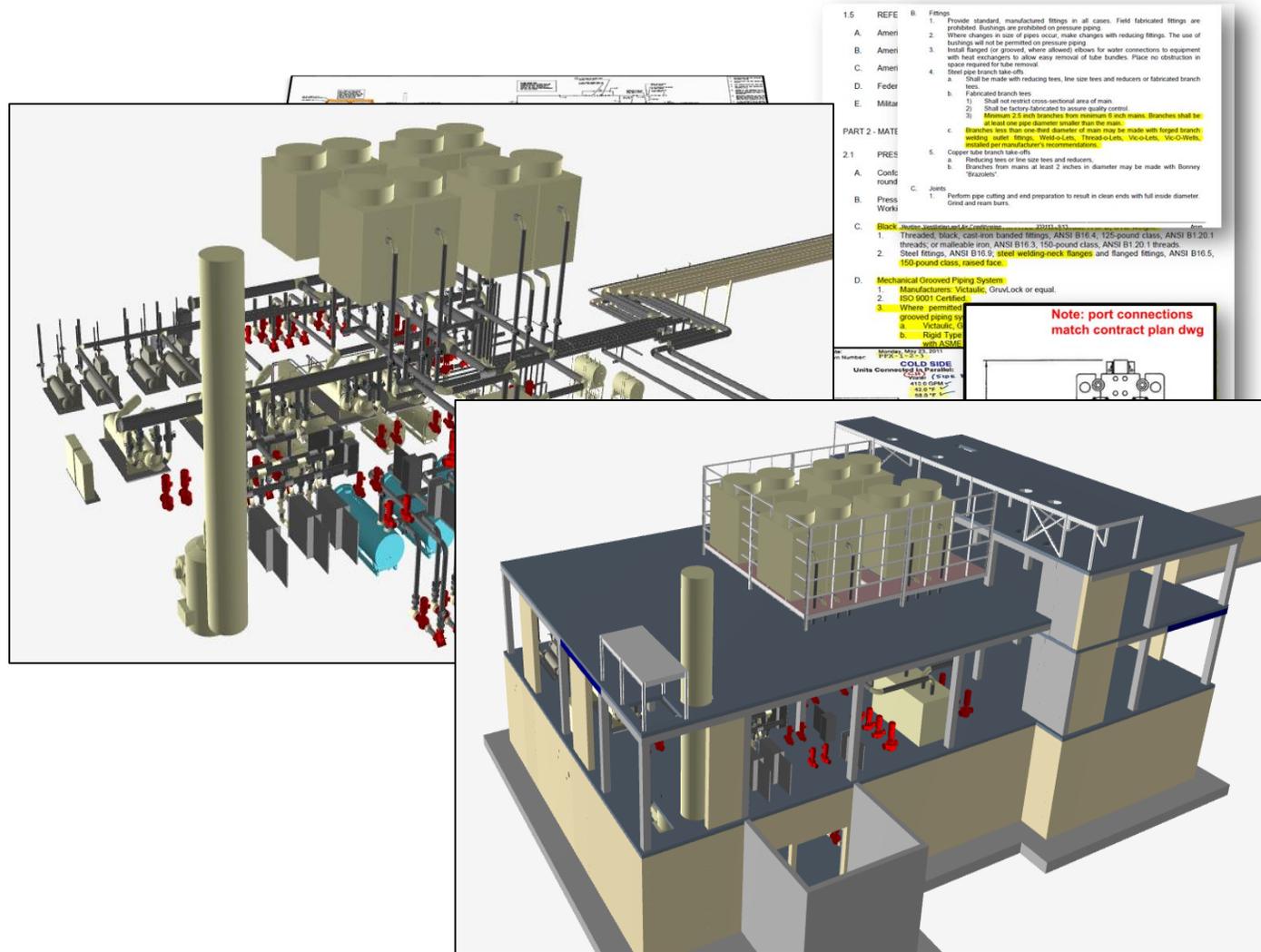
« Nuages de points » – Relevés laser s'intégrant aux maquettes numériques



La gestion de projets et le numérique : Gestion de projets 4.0 BIM : au-delà de la maquette, les données !

Le BIM est beaucoup plus qu'une représentation en 3D

- ▶ Le BIM est une méga base de données numériques, utile sur l'ensemble du cycle de vie de l'infrastructure, et constitue un **outil d'aide à la décision**;
- ▶ Les données organisées qu'il renferme portent sur:
 - ▶ **3D** : données techniques complètes (spatiales, spécifications, performances, etc.);
 - ▶ **4D** : coûts;
 - ▶ **5D** : références temporelles, séquençement;
 - ▶ **6D** : performances énergétiques;
 - ▶ **7D** : données d'exploitation.



Conclusion... La gestion de projets 4.0





Cette transformation incontournable se présente aussi avec d'autres enjeux à gérer :

- ▶ Masse énorme de données (pas seulement techniques, mais aussi de gestion);
- ▶ Évolution extrêmement rapide des technologies (BIM et intelligence artificielle);
- ▶ Évolution importante des compétences requises et une rareté des ressources humaines;
- ▶ Évolution lente de la maturité et la disparité au sein des entreprises...

Dans un contexte :

- ▶ Reddition de comptes accrue;
- ▶ Transparence accrue et orientations gouvernementales « virage numérique citoyen »;
- ▶ Beaucoup plus de communication des informations & parties prenantes plus impliquées;
- ▶ Rapidité accrue dans les échanges + équipes délocalisées;

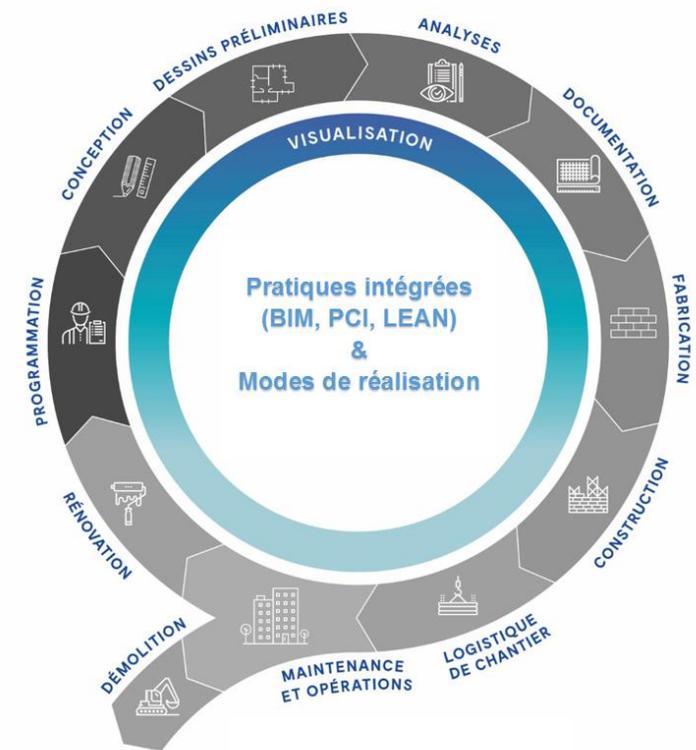
Des avantages importants pour la gestion de projets :

- ▶ Processus « built in » et systèmes experts d'aide à la décision + tableaux de bord de gestion automatisés;
- ▶ Gestion de projets basée davantage sur une masse importante de données « robustes ».

- ▶ Les **pratiques intégrées** : BIM, PCI, Analyse de la valeur, LEAN, LEED...
- ▶ Les **processus de gestion de projets** : PMBOK, ...
- ▶ Les **modes de réalisation** : approches contractuelles différentes (traditionnels, alternatifs)
 - ▶ Conception – Construction (CC)
 - ▶ CCF, CCFE, CCFEE

Les ingrédients sont les mêmes...

- ▶ Processus, technologies et une part importante d'aspects humains;
- ▶ Le succès, plus tributaire de l'attitude et d'une approche collaborative.





L'adoption du BIM et la transformation numérique :

- ▶ Engendre une refonte complète des pratiques de livraison et de maintien de notre environnement bâti;
- ▶ **Rupture avec les façons de faire** traditionnelles et changement de paradigme complet qui met de l'avant :
 - ✔ **La collaboration;**
 - ✔ **La transparence;**
 - ✔ **Une vision holistique du cycle de vie** d'un projet d'immobilisation;
- ▶ Requiert une évolution importante et constante des **compétences** requises;
- ▶ Requiert beaucoup d'**agilité et d'ouverture** aux changements et à l'innovation.

Une culture de collaboration et de confiance mutuelle dans un environnement en changement constant !

Le BIM-PCI... obligation de faire autrement !

- ▶ **Flot de technologies changeantes et arrivée massive de nouvelles données**
- ▶ **Les ingrédients ne changent pas...**
 - ▶ Processus, **beaucoup plus de technologies** et une part importante d'aspects relationnels, **collaboration**, « soft skills »
- ▶ **Le succès des projets :**
 - ▶ Planification, planification, planification
 - ▶ Bon dosage des ingrédients, expérience et expertise, attitude, travail d'équipe
- ▶ **Le facteur humain constitue la clé de voûte !**



The background is a grayscale collage of professional and technical imagery. On the left, there are detailed architectural floor plans and blueprints with various lines and grids. On the right, a person's hands are visible, one pointing at a laptop screen and another resting on a white mouse. The overall scene suggests a professional office or design studio environment.

MERCI
de votre attention