

GRIDD

GROUPE DE RECHERCHE
EN INTÉGRATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE
EN ENVIRONNEMENT BÂTI



Les nouvelles technologies pour l'estimation des coûts, vers une maîtrise du coût global des projets.

Adam Yousfi, Candidat au Doctorat

École de Technologie Supérieure

GRIDD

Introduction

Les nouvelles technologies dans le domaine de la construction :
Utilisations et pertinence pour l'estimation

Vers une maîtrise globale des coûts de construction: L'approche
en coût global

Conclusion

Introduction



Modélisation
3D



Drones
et robots



Réalité
augmentée



Réalité
Virtuelle



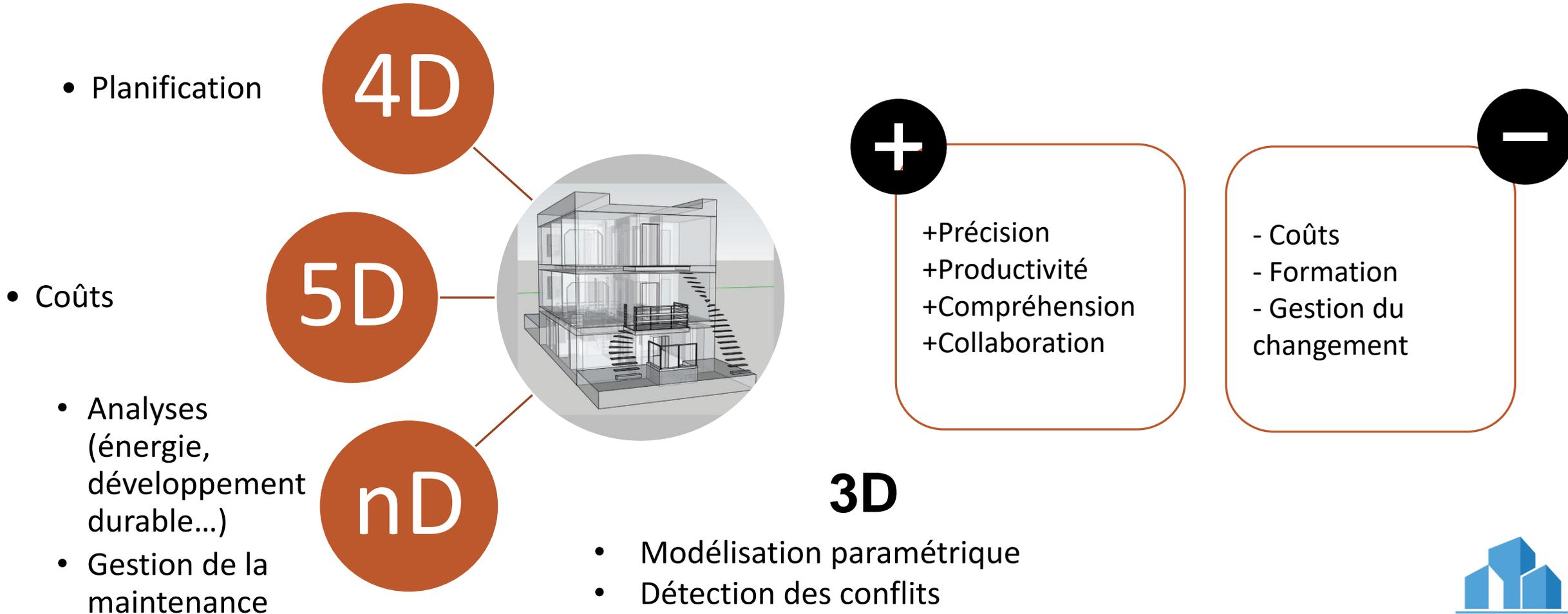
Intelligence
Artificielle

Quels changements
pour les pratiques
d'estimations en
construction ?

Les nouvelles technologies dans le domaine de la construction

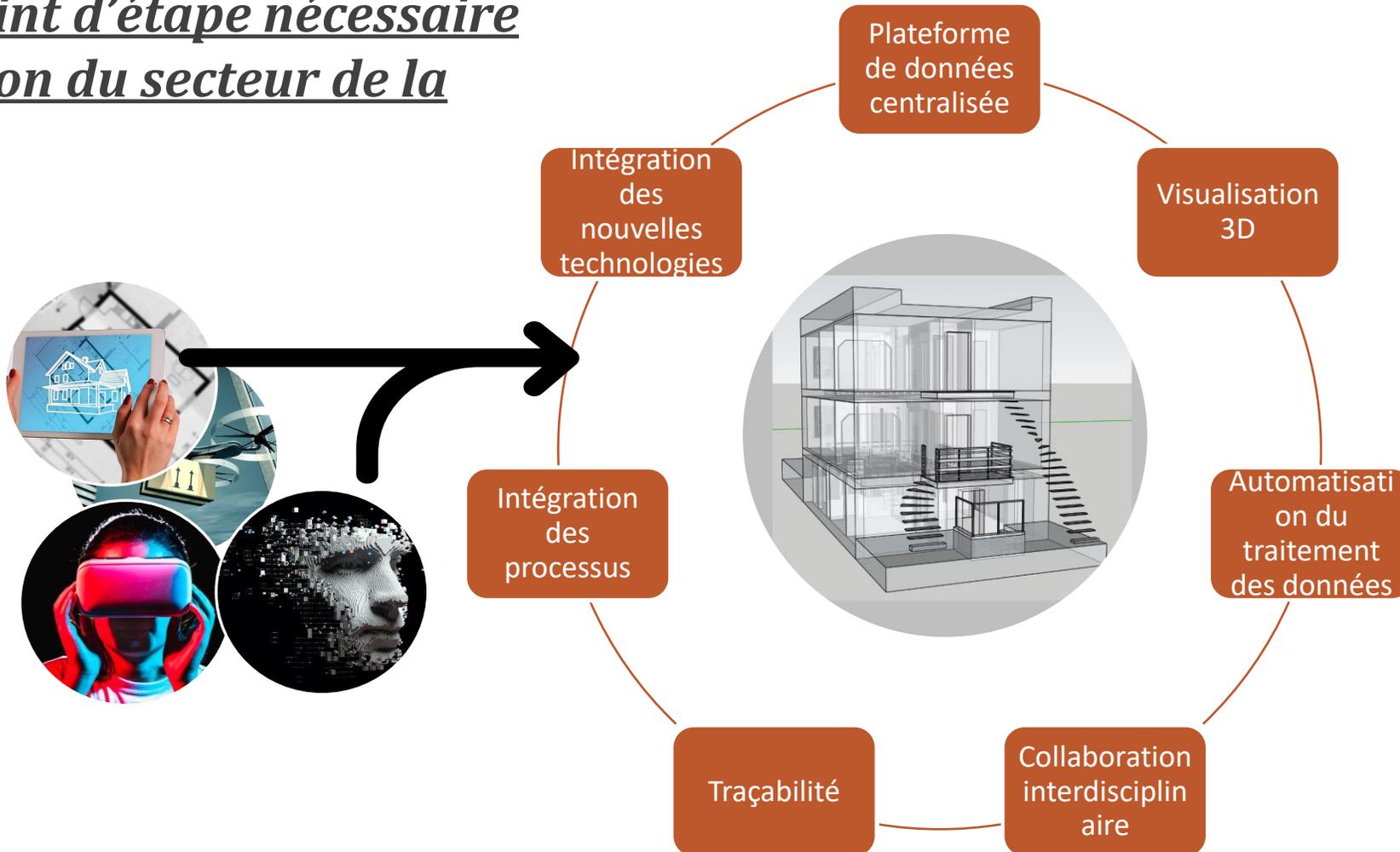
Aperçu des nouvelles technologies prometteuses pour la construction

Modélisation des Informations des Bâtiments (BIM)



Le BIM 5D

Le BIM, un point d'étape nécessaire pour l'évolution du secteur de la construction



Aperçu des nouvelles technologies prometteuses pour la construction

Technologies mobiles

+

+Accès aux données
+Communication
+Mises à jour des estimations

-

- Connectivité sur les chantiers
- Sécurité des données
- Mise à jour des technologies



Suivi de l'état des bâtiments en exploitation

Gestion des stocks de matériaux avec des capteurs IoT intégrés.

Suivi de la logistique sur chantier (livraisons, gestion des déchets...)

Drones et robots

+

+Collecte de données sur site
+Surveillance et suivi des dépenses
+Temps et main d'oeuvre

-

-Réglementations
-Coûts
-Formation

Cartographie des terrains Surveillance de la sécurité du chantier

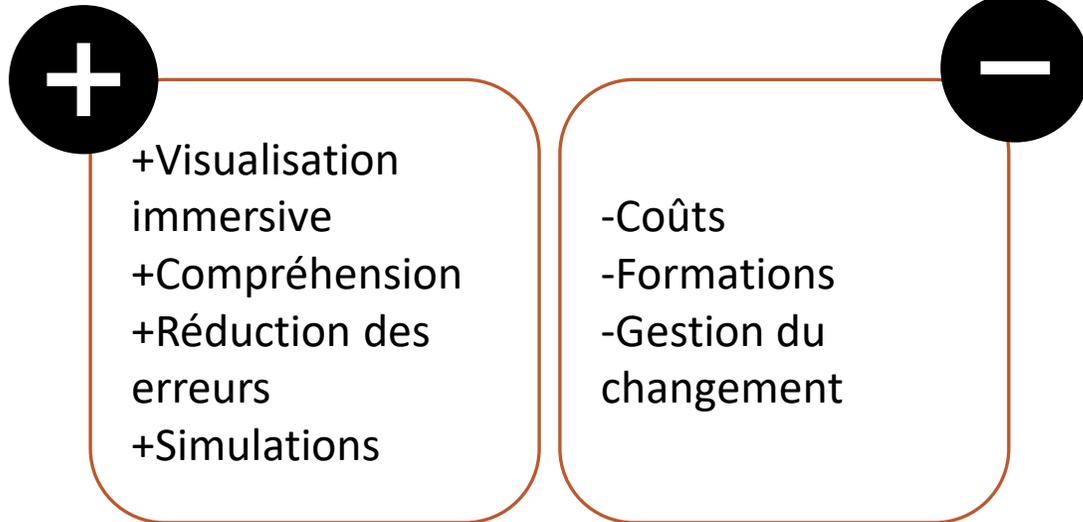
Inspection des structures difficiles d'accès

Utilisation de robots pour certaines tâches répétitives



Aperçu des nouvelles technologies prometteuses pour la construction

Réalité Augmentée & Réalité virtuelle



Aperçu des nouvelles technologies prometteuses pour la construction

L'internet des Objets & Les jumeaux numériques

+

+Suivi en temps réel des coûts et des performances
+Analyses basées sur des données précises
+Optimisation des ressources

-

-Sécurité des données et installations
-Coûts
-Complexité de l'infrastructure



Suivi de l'état des bâtiments en exploitation

Collecte de données en temps réel (consommations)

Suivi des conditions environnementales (humidité, température)

Gestion des stocks de matériaux avec des capteurs IoT

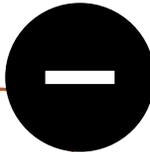
Suivi de la logistique sur chantier (livraisons, gestion des déchets...)

Aperçu des nouvelles technologies prometteuses pour la construction

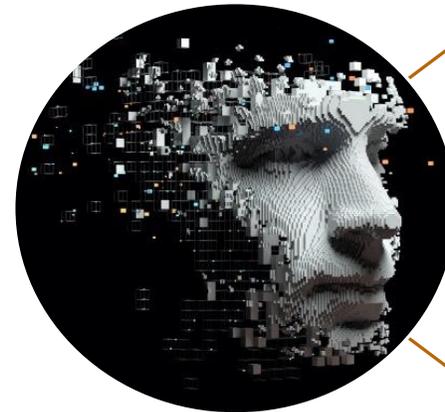
Apprentissage automatique & Intelligence artificielle



- + Analyser de grandes quantités de données
- + Précision
- + Identification des tendances cachées



- "Boîte noire"
- Besoin de données de qualité
- Coûts
- Formation



Aperçu des nouvelles technologies prometteuses pour la construction

Blockchain

+

+Transparence
+Traçabilité
+Sécurisation des données

-

-Coût
-Complexité
-Gestion du changement

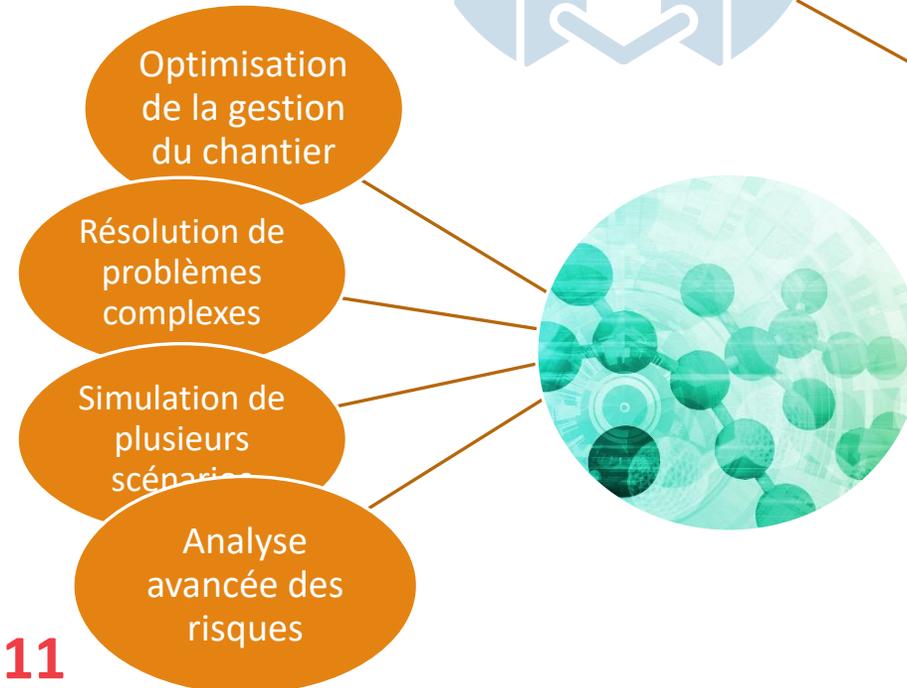
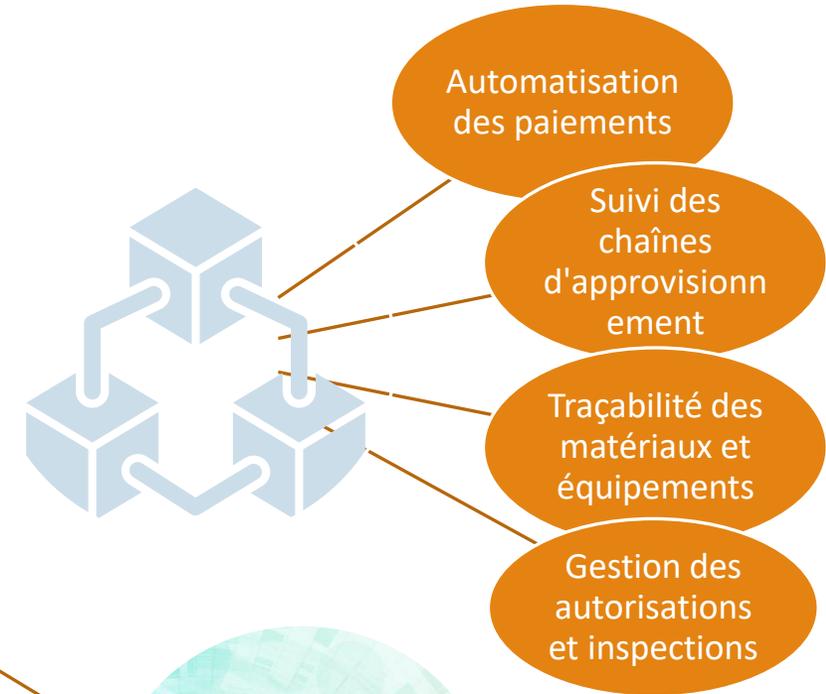
Informatique quantique

+

+ Résolution rapide de problèmes complexes
+Prévisions
+Optimisation des coûts

-

-Technologie en développement
Coût
-Manque d'applications pratiques
-Besoins matériels



Avez-vous déjà été témoins de ces technologies dans un projet ?

BIM

Technologies mobiles

Jumeaux Numériques

Réalité augmentée et virtuelle

Apprentissage automatique (machine learning) et Intelligence artificielle

BlockChain

Informatique Quantique



Quelles sont à votre avis les technologies les plus prometteuses pour l'estimation?

BIM

Technologies mobiles

Drones et Robots

Jumeaux numériques

Réalité Virtuelle & Augmentée

Apprentissage Automatique (Machine Learning) et Intelligence Artificielle

BlockChain



Quelles sont vos sentiments par rapports à cette évolution de l'industrie?

Crainte/Valeur ajoutée/Enthousiasme /Rapide/Très enthousiaste et curieux de développer de nouvelles aptitudes/Optimisation nécessaire /Inquiétude /Ça va trop vite pour moi/To the moon 🚀 /Pleine d'espoir! /Prometteuse /Nécessaire./Cela va beaucoup contribuer, mais il manque de la coordination et gouvernance/Le déploiement n'est pas assez importante pour le moment./Suite logique dans l'industrie/Ajustement majeur requis/Ambivalent/Hâte que ça soit implanter/Essentiel /Non rapport/Enthousiaste /Je me sens un peu dépassée par ces nouvelles technologies /Plus de contrôle /Insécurité face au risque/Prometteuse/Optimiste/Difficile et lent/Hâte de voir/Très prometteur /Rapide/Ok/Bonne /Intérêt, curiosité /Positif/"Craintif et appréhensif. /Perte d'emploi ou optimisation de l'emploi ? »/Il y a encore beaucoup d'apprentissage à faire auprès des intervenants : donneurs d'ouvrages, entrepreneurs, professionnels... /Optimiste /Une amélioration de la précision /Être capable de tirer la valeur des nouvelles technologies /Curieux de voir ce que l'ia changera en estimation /J'espere ca nous aide./IA+ robots = les économistes vont réfléchir et non plus exécuter. /Excitation /Doutes/Très positif /Prometteur /Confiant /Enthousiaste/septique/Curiosité et positive /Ça donne soif/Manque d'harmonie et standards dans l'industrie ce qui rend complexe l'apprentissage pour les néophytes./Optimiste /Positive /Pas très positive, car expertise et expérience terrain requise /L industrie d aujourd'hui n'est pas uniformément équipée pour utiliser ces technologies /Les solutions technologiques sont intéressantes à l'estimation, quelques exemples sont déjà présente au quotidien mais à mon avis il manque encore l'incentif des compagnies pour le formations et mettre en patrique, par exemple. /Améliorations significatives mais encore assez difficile d'accès

Vous sentiriez vous prêt.e.s à utiliser ces nouvelles technologies dans un futur proche (5 à 10 ans)?



Carte proportionnelle Barre

< 4 sur 5 >

Quelles améliorations / À quels besoins voyez-vous ces technologies contribuer dans vos tâches quotidiennes?

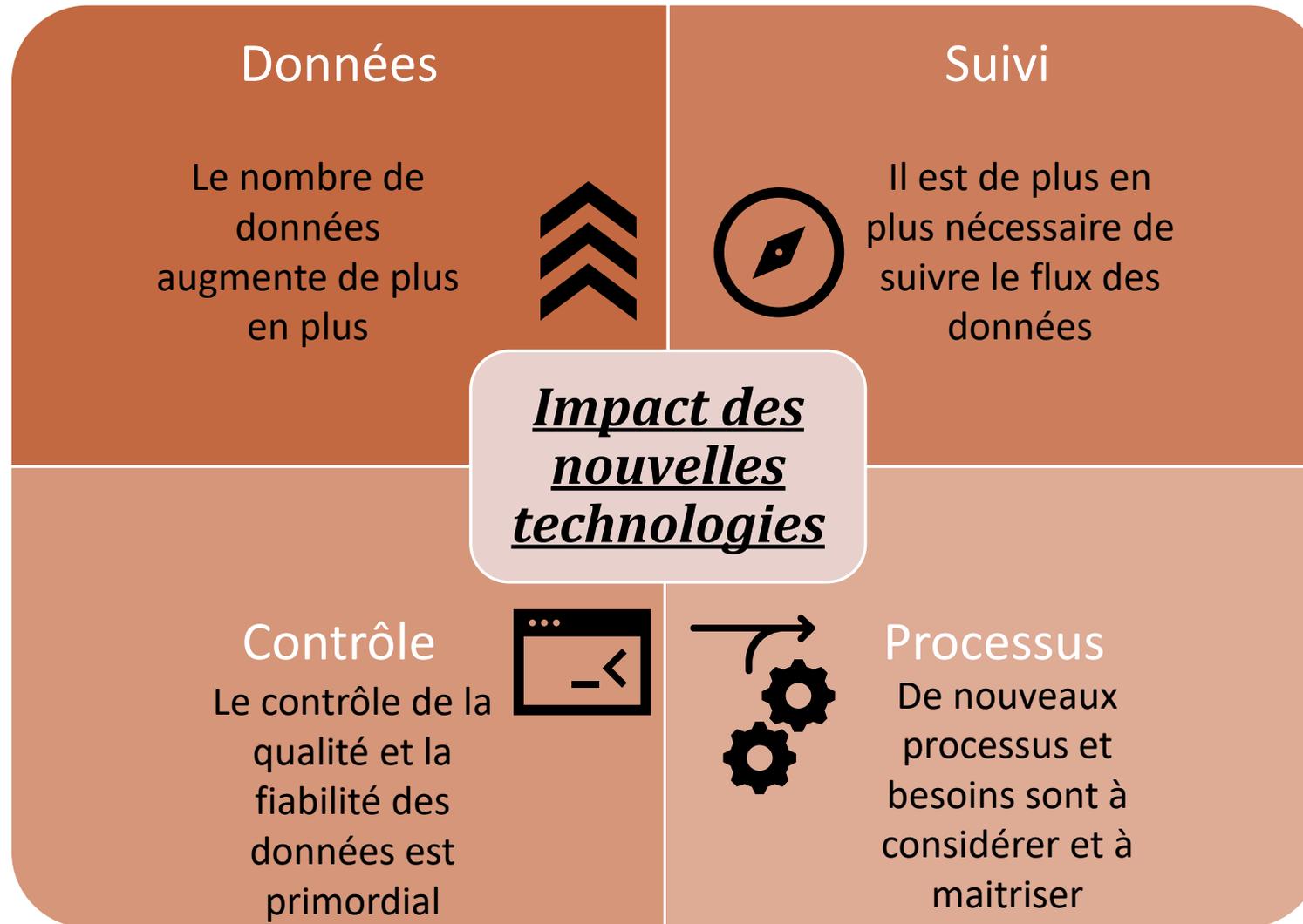
Rapidité/Augmentation de l'efficacité/Diminution du risque d'erreurs/Aucune/Exécution optimisée/Rapidité de calcul
augmenter/ diminution des marges d'erreurs / meilleur suivi des projets/"Relevé de quantité/Estimation /Gestion des
données/Modèle de prédiction /Intelligence artificielle/Beaucoup d'analyse de données /Sécurité et fiabilité des données
/Analyse de la donnée /Gestion des bases de données /Facilité dans la gestion des statistiques des coûts de
projet./Formation/Rapidité et fiabilité /Facilité et efficacité/Analyse rapide et diminution des risques/Assistance par
IA/Augmenter l'efficacité /Efficacité de tous nos processus/L'ensemble du cycle de vie d'un ouvrage/Rapidité dans les tâches
répétitives /Sortir des quantités et des prix unitaires basés sur des comparables/Soutien /Determine les quantités en temps
réel et les prix associés./Sauver du temps et uniquement uniformiser la donnée/"Automatisation des analyses des appels
d'offres/Automatisation de la collecte de données clés »/Accessibilités /Faire l'estimer plus prise et plus rapide/Analyse
globale /Productivité et précision /Lecture de plans traditionnels/Estimation et informations précises /"Calcul de
quantité/Constructibilité/Visualisation réalise en avant projet

Quelles améliorations / À quels besoins voyez-vous ces technologies contribuer dans vos tâches quotidiennes?

Analyser les documents d'appel d'offres /"Moins de prise de quantités donc plus d'analyse de données, ratio et statistiques./Réduction des contingences et des risques de projet./"Des logiciels de suivis de projets qui s'adaptent plus facilement à chaque projets, mais aussi à chaque donneurs d'ouvrages/L'utilisation du BIM à toutes les échelles d'un projet, y compris lors du maintien d'actif. »/Modélisation de projet pour établissement de budget /Une plus grande productivité /Être capable de faire des analyses complexes de nos estimations /Suivi des chantiers /Simplifier l'estimation des coûts. Donc plus de temps pour analyser./j'espère que l'IA pourra faciliter les petits travaux qui nous font perdre du temps/Aider, efficience /Le bim pour les estimations/L'implantation de l'IA/La précision des relevés, optimisation de la collecte de données /Estimation plus précise et sa connaître mieux les imprévus ligne critique /Recherche d'informations/Collecte des données / Intelligence artificiel en support a l'amélioration des logiciels d'estimation /Rapidité, précision/"Économie de temps/Vérification et suivie optimal /Accusé de réception/Accusé de déclaration »/Relevé aux plans/ estimation des quantités/Modélisation de coûts projets/ Accélération des tâches/ amélioration de la précision des estimations./Plus efficace /rapidité/ communication/ et vue générale du projet /Accessible /Générer les quantités des matériaux exactes à partir d'une maquette bim/Création d'une base de données sécuritaire pour en suite l'utilisation et application de IA. /Rapidite /précisions

Vers une maîtrise globale des coûts de construction: L'approche en coût global

Maitriser les données, maitriser la vie du projet



L'évolution des métiers

Gestionnaires de Projets :

Suivi de l'avancement des projets en temps réel, anticipation des conflits et retards, et optimisation des ressources

Ingénieurs et Architectes :

Conception plus efficaces, en intégrant de multiples dimensions et les impacts à long terme

Estimateurs et Économistes

Amélioration des estimations (précision, réduction des erreurs...)
Plus de temps pour la Proposition de valeur dans les projets

Gestionnaires de bâtiments :

Analyse des données pour prévoir, planifier et optimiser les interventions dans les infrastructures

Maitriser les données, maitriser la vie du projet

Les nouvelles compétences pour les estimateurs et économistes



Comprendre les logiciels de modélisation



Maîtrise des outils d'estimation BIM



Analyse de données des maquettes 3D



S'adapter aux processus automatiques



Compétences collaboratives



Partage et intégration des données



Gestion de la qualité des données dans les modèles

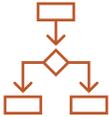


Adaptation aux nouveaux protocoles et normes

Considérer l'approche d'estimation en coût global

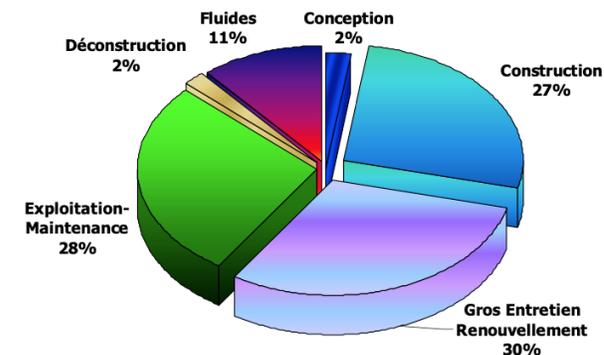
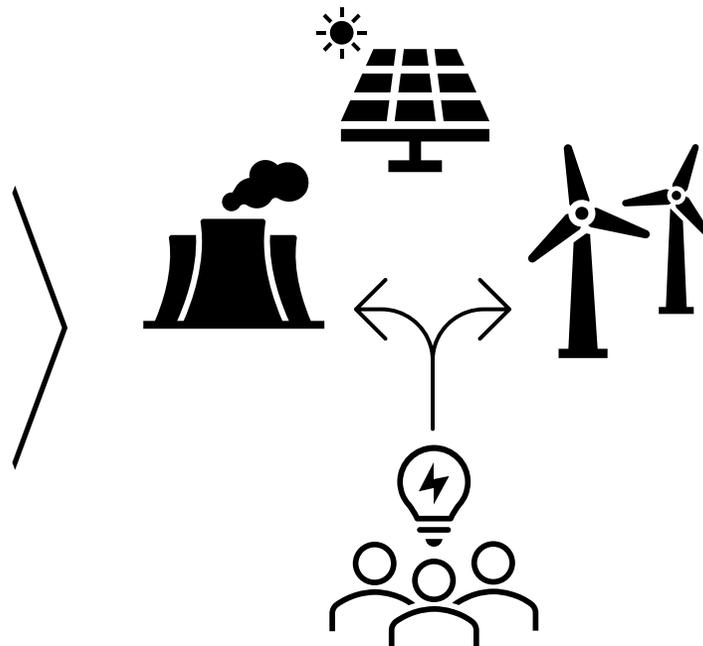
Méthodologie d'évaluation économique qui prend en compte l'ensemble des coûts liés au cycle de vie d'un bâtiment, de la construction à la fin de vie.


Prédiction des
Cash Flows


Aide à la
Décision


Optimisation
des coûts


Durabilité



■ Conception
■ Gros Entretien Renouvellement
■ Déconstruction
■ Construction
■ Exploitation-Maintenance
■ Fluides

Comparer des alternatives et
visualiser les coûts du cycle de vie

Pensez-vous que la maîtrise du coût global s'inscrit comme une suite logique à l'adoption de ces technologies

94%
Oui

6%
..

Seriez-vous prêts à commencer à utiliser cette approche dans vos pratiques dans un avenir proche (d'ici 5 ans)?

Oui



Non



Quels sont les enjeux les plus urgents que vous rencontrez pour intégrer le coût global dans vos pratiques ?

Données fiables



Compréhension commune du coût global dans le projet



Définition d'un processus



Intégration dans la stratégie du projet



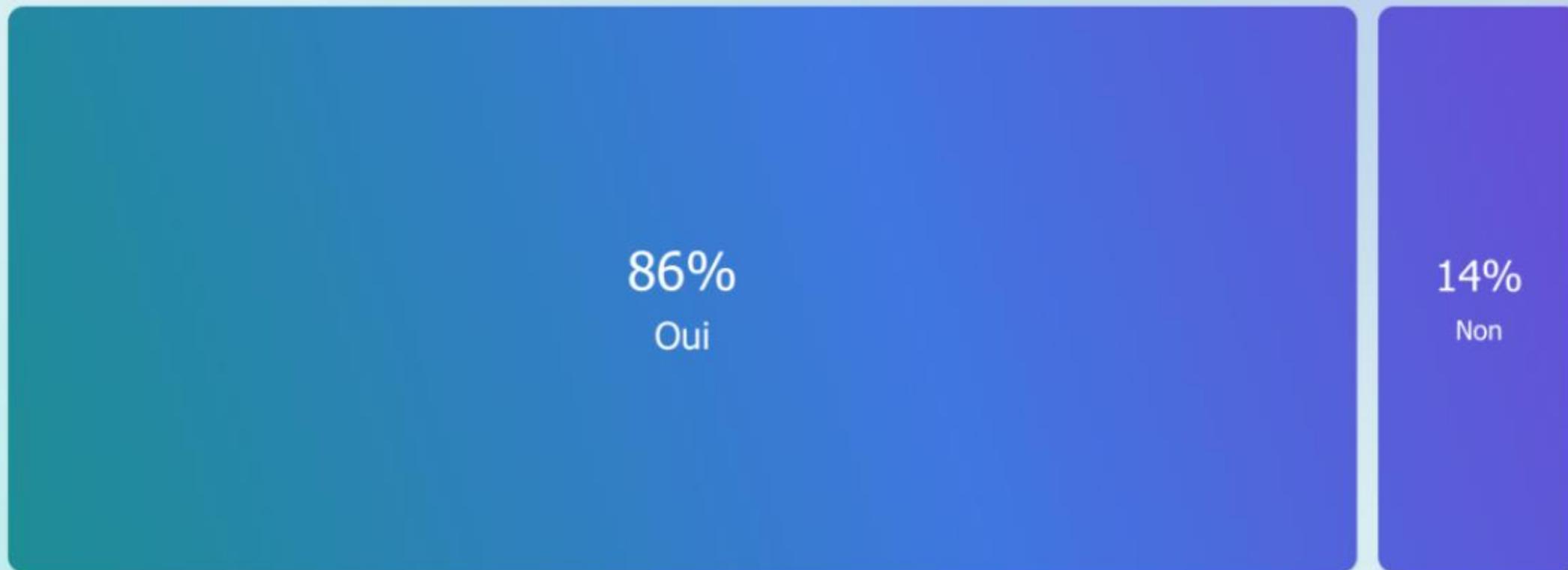
Intégration avec les outils existants



Intégration de nombreuses données fragmentées



Estimez-vous que l'information nécessaire pour le coût global est actuellement trop fragmentée entre différents systèmes et intervenants ?



Comment l'adoption du coût global peut-elle vous aider dans vos pratiques professionnelles ?



Avez-vous d'autres impressions par rapport à cette approche ?

Meilleures gestion financière pré-construction et durant la construction/Ça donnerai de la valeur ajouté au projet/Prometteur/Belle solution à intégrer rapidement /Cout probable/Si le client ne veut pas cette analyse, on ne pourra la réaliser à nos frais/C'est nouveau pour moi...à voir/Enjeu politique. Changement majeur de méthode de prise de décision /La précision des coûts d'entretien pour les nouveaux matériaux est un enjeu/Beaucoup d'outils prometteurs. Les processeurs quantiques, et l'IA va permettre une analyse beaucoup plus rapide et pointilleuse/Penser plus loin que le plus bas soumissionnaire/Cela doit être fait avec une vision claire du projet /Il faut que toute l'industrie embarque /Complexité de ramasser toutes les infos durant la vie du projet/il sera très important de mieux définir le coût global et de sensibiliser les différents intervenants : clients, promoteurs, professionnels, entrepreneurs .../C'est intéressant. Reste à savoir comment nous pouvons intégrer cela dans nos projets et avec nos clients

Conclusion



Les innovations telles que les jumeaux numériques, les robots, les drones et l'intelligence artificielle se multiplient et transforment l'industrie.



Le BIM est essentiel pour intégrer efficacement ces technologies innovantes.



Les données ne sont plus seulement des chiffres, mais une opportunité de gérer le coût global avec précision et de répondre aux exigences modernes du secteur.



Pour rester compétitifs et pertinents, les économistes de la construction doivent s'aligner sur cette révolution des données qui touche tous les autres corps de métiers.

Références

- Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2020). Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. *Automation in Construction*, 114, 103179. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179>
- Cheng, J. C. P., Liu, H., Gan, V. J. L., Das, M., Tao, X., & Zhou, S. (2023). Construction cost management using blockchain and encryption. *Automation in Construction*, 152, 104841. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104841>
- D'Amico, F. (2020). BIM for infrastructure: an efficient process to achieve 4D and 5D digital dimensions. *European Transport/Trasporti Europei*, (77), 1-11. <https://doi.org/10.48295/ET.2020.77.10>
- Elfaki, A. O., Alatawi, S., & Abushandi, E. (2014). Using Intelligent Techniques in Construction Project Cost Estimation: 10-Year Survey. *Advances in Civil Engineering*, 2014, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2014/107926>
- Fariq, N., Ismail, S., & Ab Rani, N. I. (2022). EFFECTIVE 5D BIM REQUIREMENTS FOR RISK MITIGATION DURING PRE-CONTRACT STAGE. *Journal of Surveying, Construction & Property*, 13, 12-19. <https://doi.org/10.22452/jscp.sp2022no1.2>
- Igwe, U. S., Mohamed, S. F., & Azwarie, M. B. M. D. (2020). Recent Technologies in Construction; A Novel Search for Total Cost Management of Construction Projects. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 884(1), 012041. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/884/1/012041>
- Omaran, S. M., Alghamdi, A. A., Alharishawi, S. C., & Hains, D. B. (2019). Integrating BIM and Game Engine for Simulation Interactive Life Cycle Analysis Visualization. Dans *Computing in Civil Engineering 2019* (pp. 120-128). Atlanta, Georgia : American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784482421.016>
- Orús, R., Mugel, S., & Lizaso, E. (2019). Quantum computing for finance: Overview and prospects. *Reviews in Physics*, 4, 100028. <https://doi.org/10.1016/j.revip.2019.100028>
- Smith, P. (2014). BIM & the 5D Project Cost Manager. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 475-484. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.053>
- Tayefeh Hashemi, S., Ebadati, O. M., & Kaur, H. (2020). Cost estimation and prediction in construction projects: a systematic review on machine learning techniques. *SN Applied Sciences*, 2(10), 1703. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03497-1>
- Ye, X., Sigalov, K., & König, M. (2020). Integrating BIM- and Cost-included Information Container with Blockchain for Construction Automated Payment using Billing Model and Smart Contracts. Communication présentée au 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Kitakyushu, Japan. <https://doi.org/10.22260/ISARC2020/0192>

Merci pour votre attention

Adam Yousfi, candidat au doctorat

École de Technologie Supérieure

GRIDD

Adam.Yousfi.1@ens.etsmtl.ca