



MÉMOIRE

PRÉSENTÉ À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA MAÎTRISE EN GESTION DE PROJET

PAR

ADJIA AMAYEL THIAM

**L'optimisation des délais dans les projets de construction par une approche intégrée
de la gestion des risques**

Québec, Canada

© Adjia Amayel Thiam

Avril 2025

Présentation générale du sujet

Ce mémoire porte sur l'optimisation des délais dans les projets de construction, en s'appuyant sur une approche intégrée de la gestion des risques. Il s'inscrit dans un contexte où les projets de construction sont régulièrement confrontés à des retards significatifs, affectant la performance globale, les coûts et la satisfaction des parties prenantes. La question centrale de cette recherche est donc : comment une gestion intégrée et proactive des risques peut-elle contribuer à optimiser les délais dans les projets de construction ?

L'objectif principal de ce travail est d'analyser l'influence des pratiques de gestion des risques sur la performance temporelle des projets. Il s'agit d'identifier les facteurs clés responsables des retards et d'évaluer comment une gestion structurée des incertitudes peut en atténuer les effets. Les projets de construction, par leur nature complexe, leur durée souvent longue et la diversité des intervenants impliqués, sont particulièrement sensibles aux aléas. Ils font face à des risques multiples techniques, financiers, humains, environnementaux susceptibles de compromettre le respect des délais. Ce mémoire vise à évaluer l'efficacité réelle des méthodes actuelles de gestion des risques dans ce domaine et à déterminer dans quelle mesure elles peuvent être intégrées dans une approche systémique pour réduire les retards.

Dans cette perspective, la recherche explore également le lien entre les parties prenantes et leur perception de la gestion des risques, notamment dans la manière dont leurs décisions influencent directement la planification. L'étude met en lumière les mécanismes d'interaction entre gestion des risques et maîtrise du temps, et cherche à identifier les pratiques les plus efficaces pouvant être mises en œuvre pour une meilleure optimisation des délais.

Pour atteindre ces objectifs, une approche méthodologique fondée sur l'analyse de données secondaires a été adoptée. Elle s'appuie sur un corpus varié de sources : études de cas, articles scientifiques, rapports de projet, publications professionnelles. Cette méthode permet d'extraire des enseignements issus de projets réels et de relier les pratiques observées aux résultats temporels obtenus, dans une logique de comparaison et d'évaluation critique.

La richesse des données disponibles, combinée à une lecture analytique rigoureuse, offre l'opportunité de mettre en évidence des stratégies concrètes d'optimisation des délais, tout en identifiant les limites des approches traditionnelles de gestion des risques.

Ce mémoire ambitionne ainsi de contribuer à l'amélioration des pratiques managériales dans le secteur de la construction, en formulant des recommandations pratiques basées sur les meilleures pratiques identifiées. À travers une lecture croisée des dimensions techniques, organisationnelles et stratégiques de la gestion des risques, il vise à :

- Encourager une anticipation structurée des incertitudes ;
- Renforcer la culture collaborative autour des délais ;
- Promouvoir l'adoption de technologies et de méthodes contractuelles

favorables à la maîtrise du temps.

Table des matières

Présentation générale du sujet	ii
Liste des tableaux	v
Liste des figures.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
GLOSSAIRE	viii
REMERCIEMENTS	x
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1.....	6
PARTIE INTRODUCTIVE	6
1.1 CONVERSATION	6
1.1.1 Les enjeux clés de l'optimisation des délais dans les projets de construction)	7
1.1.2 La nécessité d'une approche intégrée pour la gestion des risques et des délais	8
1.1.3 Transition vers les débats : Un pont entre théorie et pratique	9
1.1.4 L'éthique dans la gestion des risques en construction	9
1.2 DÉBATS.....	11
1.2.1 Introduction aux Débats en Gestion des Risques	11
1.2.2 Approches prédictives, agiles et leurs divergences	12
1.2.3 Optimisation des délais et approches hybrides : défis et perspectives	14
1.2.4 Les stratégies de gestion des risques	17
1.2.5 Pratiques courantes dans la gestion des délais.....	19
1.2.6 Confrontation entre différentes approches de gestion des risques.....	20
1.2.7 Résultats des débats sur l'optimisation des délais.....	22
1.3 PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE.....	27
1.4 LOCALISATION DE LA RECHERCHE	29
1.5 LES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE	29
1.5.1 Identification des facteurs clés	30
1.5.2 Résumé des objectifs et questions de recherche.....	31
1.5.3 Synthèse des hypothèses et propositions de recherche.....	33
CHAPITRE 2.....	37
REVUE DE LITTÉRATURE	37
2.1 Définition des facteurs en jeu	37
2.1.1 Concepts de gestion des risques	37
2.1.2 Modèles de gestion de projet.....	39
2.1.3 Pratiques en optimisation des délais.....	44
2.1.4 Facteurs et variables retenus.....	48
2.2 Mise en évidence des relations entre les facteurs	55
2.2.1 Relation entre gestion et l'optimisation des risques et optimisation des délais	55
2.2.2 Relation entre gestion des risques et pratiques de gestion de projet.....	57

2.2.3 Relation entre optimisation des délais et pratiques de gestion de projet	61
APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	65
3.1 Positionnement méthodologique de la recherche	65
3.1.1 Paradigme de recherche.....	66
3.1.2 Justification du cadre théorique mobilisé	66
3.1.3 Positionnement de la recherche dans la littérature existante	68
3.2 Cadre théorique mobilisé.....	69
3.2.1 Théorie de la gestion des risques	69
3.2.2 Théorie du management de projet	69
3.2.3 Théorie de l'optimisation des délais	70
3.2.4 Théorie des parties prenantes	70
3.3 Niveaux et unités d'analyse retenus	71
3.4 Type de données utilisées	72
3.5 Méthode de sélection des données	75
3.6 Liste des sources mobilisées pour l'analyse secondaire	78
3.7 Techniques d'analyse	80
CHAPITRE 4.....	83
RÉSULTATS ET DISCUSSION	83
4.1 Présentation générale des résultats et stratégie d'analyse	83
4.2 Présentation générale des résultats et stratégie d'analyse	83
4.2.1 Hypothèse 1 : La gestion proactive des risques améliore l'optimisation des délais	84
4.2.2 Hypothèse 2 : L'intégration des technologies numériques améliore la gestion des délais	86
4.2.3 Hypothèse 3 : Les approches contractuelles collaboratives réduisent les retards liés à la coordination.....	88
4.2.4 Hypothèse 4 : Les pratiques agiles et hybrides offrent une plus grande flexibilité pour l'optimisation des délais.....	90
4.2.5 Hypothèse 5 : La gestion proactive des ressources améliore les performances temporelles	92
4.3. Discussion croisée des résultats.....	93
DISCUSSION GÉNÉRALE ET LIMITES DE LA RECHERCHE	99
5.1 Retour sur la question de recherche et la problématique.....	99
5.1.1 Analyse de la problématique de la recherche	100
5.1.2 Réponses aux objectifs de recherché	101
5.2 Analyse des faits significatifs de la recherche.....	103
5.3 Limitations et contraintes de la recherche	105
5.3.1 Limites théoriques et bibliographiques.....	106
5.3.2 Limites méthodologiques et contraintes des données secondaires	106
5.4 Perspectives pour les recherches futures	107
CONCLUSION GÉNÉRALE	109
BIBLIOGRAPHIE	112

Liste des tableaux

Table 1: Évolution des approches systémiques dans la gestion des délais	24
Table 2: Résultats des méthodes contractuelles sur la gestion des risques.....	25
Table 3: Débats clés sur l'optimisation des délais.....	26
Table 4: Résumé des objectifs et questions de recherche.....	32
Table 5: Synthèse des hypothèses, variables et propositions de recherche	35
Table 6: Synthétique des facteurs et variables impactant l'optimisation des délais	53
Table 7: Tableau récapitulatif des sources.	79
Table 8: Synthèse croisée des objectifs, questions de recherche, hypothèses et résultats	96

Liste des figures

Figure 1: Interactions entre la gestion des risques, la gestion de projet et l'optimisation des délais dans les projets de construction.....	4
Figure 2: Les 7 Stratégies de Réponse des Risques.....	19

LISTE DES ABREVIATIONS

AIA : Institut Américain des Architectes (*American Institute of Architects*)
BIM : Modélisation des données du bâtiment (*Building Information Modeling*)
BIM 4D : Modélisation des données du bâtiment intégrant la dimension temporelle (4D = planification) (*Building Information Modeling 4D*)
CAD : Conception assistée par ordinateur (*Computer-Aided Design*)
CAO : Conception assistée par ordinateur (*Conception Assistée par Ordinateur*)
CPM : Méthode du chemin critique (*Critical Path Method*)
DAO : Dessin assisté par ordinateur (*Dessin Assisté par Ordinateur*)
DB : Approche conception-construction (*Design-Build*)
DBB : Approche séquentielle classique (*Design-Bid-Build*)
ENR : Revue d'ingénierie et de construction (*Engineering News-Record*)
ERP : Progiciel de gestion intégré (*Enterprise Resource Planning*)
Fast-tracking : Technique de gestion consistant à superposer certaines phases d'un projet pour réduire sa durée totale (*Fast-tracking*)
FMI : Fonds monétaire international (*International Monetary Fund*)
IA : Intelligence artificielle (*Artificial Intelligence*)
IPD : Approche intégrée de réalisation de projet (*Integrated Project Delivery*)
IoT : Internet des objets (*Internet of Things*)
OCDE / OECD : Organisation de coopération et de développement économiques (*Organisation for Economic Co-operation and Development*)
PM : Gestion de projet (*Project Management*)
PMBOK : Guide des connaissances en gestion de projet (*Project Management Body of Knowledge*)
PMI : Institut de management de projet (*Project Management Institute*)
RSE : Responsabilité sociétale des entreprises (*Corporate Social Responsibility*)
Scrum : Cadre agile de gestion de projet itératif et incrémental (*Scrum*)
TIC : Technologies de l'information et de la communication (*Information and Communication Technologies*)
WEF : Forum économique mondial (*World Economic Forum*)
WBS : Structure de découpage du projet (*Work Breakdown Structure*)

GLOSSAIRE

Approche agile (*Agile approach*) : Méthodologie de gestion de projet fondée sur l'adaptation continue, des cycles courts de développement (*sprints*) et une forte collaboration entre les parties prenantes. Elle est adaptée aux environnements incertains ou évolutifs. (*Schwaber & Sutherland, 2020*)

Approche hybride (*Hybrid approach*) : Combinaison de méthodologies prédictives (comme le modèle en cascade) et adaptatives (comme l'agilité), visant à tirer parti de la rigueur dans certaines phases et de la flexibilité dans d'autres. (*Serrador & Pinto, 2015*)

BIM – Modélisation des données du bâtiment (*Building Information Modeling*) : Processus intelligent basé sur des maquettes numériques 3D intégrant des données techniques et économiques, facilitant la conception, la planification, la construction et la gestion des projets de construction. (*Eastman et al., 2023*)

BIM 4D (*4D Building Information Modeling*) : Extension du BIM intégrant la dimension temporelle du projet, permettant une simulation dynamique des tâches et une optimisation du calendrier. (*Eastman et al., 2023*)

Conception-construction (*Design-Build, DB*) : Mode contractuel dans lequel la conception et la construction sont confiées à une même entité, réduisant les délais et les conflits de coordination. (*Minchin et al., 2013*)

Gestion proactive des risques (*Proactive risk management*) : Démarche anticipative visant à identifier, évaluer et mitiger les risques dès les premières phases du projet. (*Hillson & Simon, 2022*)

Internet des objets (*Internet of Things, IoT*) : Ensemble de technologies connectées permettant le suivi en temps réel des équipements, ressources et conditions de chantier. (*Zhao et al., 2020*)

Livraison intégrée de projet (*Integrated Project Delivery, IPD*) : Modèle contractuel collaboratif où toutes les parties prenantes partagent les risques, les responsabilités et les gains dans un cadre intégré. (*Walker & Rowlinson, 2023*)

Méthode du chemin critique (*Critical Path Method, CPM*) : Technique de planification permettant d'identifier les tâches critiques déterminant la durée totale du projet. (*Kerzner, 2021a*)

Modèle en cascade (*Waterfall model*) : Méthode de gestion de projet linéaire et séquentielle, où chaque phase (conception, planification, exécution) doit être achevée avant de passer à la suivante. (*PMI, 2013*)

Planification dynamique (*Dynamic scheduling*) : Méthode permettant d'ajuster le calendrier en continu en fonction des aléas et des données de terrain actualisées. (Kerzner, 2021)

Retard de projet (*Project delay*) : Écart entre la durée planifiée et la durée réelle d'exécution d'un projet, pouvant être causé par des facteurs techniques, humains, climatiques ou réglementaires. (Assaf & Al-Hejji, 2006)

Structure de découpage du projet (*Work Breakdown Structure, WBS*) : Outil de planification permettant de décomposer un projet en livrables et sous-tâches hiérarchiques. (PMI, 2021)

Technologies de l'information et de la communication (*Information and Communication Technologies, TIC*) : Ensemble d'outils et de ressources technologiques utilisés pour gérer et échanger l'information dans les projets. (OECD, 2022)

Technologies numériques (*Digital technologies*) : Outils numériques utilisés dans la gestion de projet, incluant le BIM, les logiciels de planification, l'intelligence artificielle et les capteurs IoT. (Vasquez et al., 2023)

Triple contrainte (*Triple constraint*) : Principe selon lequel tout projet est limité par trois variables interdépendantes : coût, délai et qualité (ou portée). (PMI, 2021)

Simulation de Monte Carlo (*Monte Carlo simulation*) : Méthode probabiliste utilisée pour modéliser l'incertitude dans la planification et l'évaluation des risques. (Chapman & Ward, 2003)

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, je rends grâce à Allah, Le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires à l'aboutissement de ce mémoire. Rien de tout cela n'aurait été possible sans Sa miséricorde infinie.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de recherche, M. Phillipe Boigey pour sa bienveillance, sa rigueur scientifique et ses précieux conseils tout au long de cette aventure intellectuelle. Son accompagnement m'a permis d'affiner ma réflexion et de structurer mes idées avec clarté.

À mes parents bien-aimés, Aboubacry Thiam et Soukeyna Camara, je dis merci pour leur amour inconditionnel, leur soutien constant, leurs prières et leur patience. Ils sont ma source de motivation, mon pilier dans toutes les étapes de ma vie.

À mes frères et sœurs, Rose, Ngoné, et Baba je vous suis profondément reconnaissante pour votre encouragement, vos appels rassurants et votre présence, même silencieuse, qui m'a portée. Mention spéciale à Mouhamed Thiam, pour sa lumière, sa force tranquille et sa foi contagieuse.

À ma Grand-Mère, Amayel Kane, je rends un hommage tout particulier. Merci pour tes prières constantes, ton amour et ta sagesse, qui m'ont accompagnée même à distance. Je souhaite également remercier mes amis proches, qui ont été de véritables soutiens émotionnels et intellectuels. À Pa Oumar, Mame Awa, Mame Thiedel, Youssou Diop merci pour votre écoute, vos mots rassurants et votre énergie positive et votre bonne humeur constante.

À Bigué Sarr, ton amitié m'est précieuse, merci d'avoir été là dans les moments d'incertitude comme dans les moments de joie.

À toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à ce travail par un conseil, un mot d'encouragement ou un sourire je vous remercie du fond du cœur

INTRODUCTION

L'industrie de la construction joue un rôle déterminant dans le développement économique et social des nations, représentant environ 13 % du PIB mondial en 2025, soit un marché estimé à 14 000 milliards de dollars (McKinsey & Company, 2025). Ces données proviennent des publications récentes de McKinsey, qui confirment une contribution de 13 %, très proche des 14 % souvent mentionnés dans la littérature, mais sans valider formellement ce dernier chiffre. Ce secteur reste un pilier essentiel pour l'infrastructure mondiale, en constante croissance. Les projets de construction sont caractérisés par leur complexité, leur unicité et leur nature temporaire (Kerzner, 2021a). (*A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 13e édition.) Ils impliquent une multitude de parties prenantes, des ressources importantes, et des contraintes temporelles strictes (Project Management Institute, 2021). La version 7 du PMBOK souligne en effet l'importance d'une gestion plus agile et adaptable dans les projets de construction, afin de répondre aux défis modernes liés à la complexité et aux incertitudes de ce secteur.

Dans ce contexte, la gestion efficace des délais devient un enjeu capital pour garantir le succès des projets de construction. La complexité croissante des projets, combinée aux exigences des parties prenantes, accroît la pression sur les gestionnaires de projet pour livrer dans les délais impartis. Les dépassements de délais sont malheureusement fréquents, avec des études récentes indiquant que plus de 70 % des projets de construction mondiaux ne respectent pas leurs échéances initiales (World Economic Forum, 2023). Ces retards peuvent entraîner des répercussions financières considérables, nuire à la réputation des entreprises et compromettre la satisfaction des clients (Assaf & Al-Hejji, 2022).

La gestion des risques, quant à elle, est reconnue comme un facteur clé de succès dans les projets de construction, en particulier dans un environnement où l'incertitude est élevée (Zou, Zhang & Wang, 2021). Elle permet d'anticiper et de gérer les incertitudes inhérentes à ces projets, contribuant ainsi à une meilleure maîtrise des délais (Serpella, Ferrada, Howard & Rubio, 2014). Correction de la date initialement erronée afin de respecter la référence originale. En intégrant la gestion des risques dans les processus de gestion de projet, les entreprises peuvent non seulement identifier les risques, mais aussi saisir des opportunités qui amélioreront la performance globale du projet.

L'approche intégrée de la gestion des risques, telle que préconisée par le Project Management Institute (2021) dans sa dernière version du PMBOK, consiste à incorporer la gestion des risques dans tous les aspects du management de projet. Cette méthode proactive permet d'identifier les risques à un stade précoce et d'adopter des stratégies d'atténuation avant qu'ils n'affectent le calendrier du projet. Une telle approche favorise une meilleure optimisation des délais, réduisant ainsi les interruptions coûteuses et permettant de livrer les projets dans les temps.

Dans ce cadre, il est important de comprendre comment une approche intégrée de la gestion des risques peut effectivement contribuer à l'optimisation des délais dans les projets de construction. En adoptant des pratiques modernes de gestion des risques et en exploitant des études de cas récentes, cette recherche vise à démontrer que l'amélioration de la gestion des délais peut transformer la performance du secteur de la construction, tout en renforçant la compétitivité des entreprises impliquées (Zou *et al.*, 2021).

Ces distinctions entre les différentes approches qu'elles soient technologiques, contractuelles ou organisationnelles permettent d'examiner comment chacune peut être intégrée dans un contexte de projet de construction afin d'améliorer l'efficacité des délais. En explorant ces théories, il est possible d'identifier les meilleures pratiques pour une gestion proactive des risques, et ainsi mieux orienter les projets vers le succès en minimisant les retards potentiels.

Cette transition vers un débat plus approfondi sur les stratégies de gestion des risques et leur impact sur les délais des projets ouvre la voie à une analyse détaillée des méthodes couramment utilisées, en mettant l'accent sur leur application pratique et les résultats obtenus dans des contextes spécifiques.

La figure ci-dessous illustre les interactions entre la gestion des risques, la gestion de projet, et l'optimisation des délais dans le contexte des projets de construction. Elle met en évidence comment ces éléments se connectent et s'influencent mutuellement pour améliorer les performances des projets. Une gestion efficace des risques renforce la gestion de projet et favorise l'optimisation des délais, ce qui conduit à des délais respectés, une réputation améliorée, et un contrôle accru des coûts. Ce mémoire présente les principaux travaux antérieurs, la problématique, les objectifs ainsi que la méthodologie de cette recherche, en soulignant les aspects originaux qui contribuent à la compréhension du lien entre gestion des risques et performance temporelle dans les projets de construction.

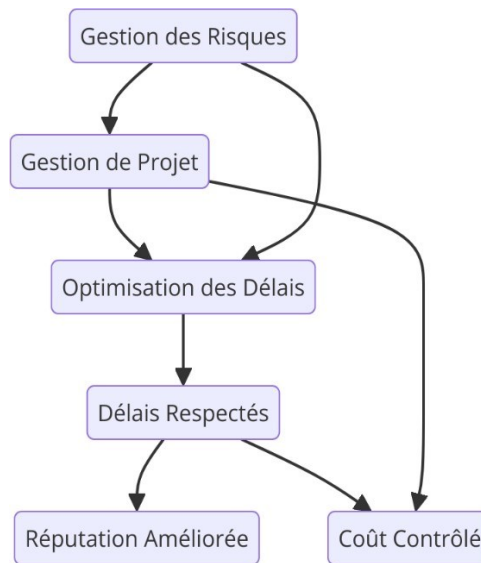


Figure 1: Interactions entre la gestion des risques, la gestion de projet et l'optimisation des délais dans les projets de construction

Ainsi, ce travail est structuré de manière à répondre à la problématique centrale de l'optimisation des délais dans les projets de construction à travers une approche intégrée de la gestion des risques. Le premier chapitre introduit le sujet, expose les débats théoriques sur la gestion des risques et les enjeux liés à la gestion des délais dans les projets de construction et définit les objectifs de la recherche. Il s'articule autour d'une revue des approches traditionnelles et modernes en gestion des risques, tout en mettant en lumière l'importance de leur intégration dans la gestion de projet pour atteindre une optimisation des délais.

Le deuxième chapitre présente une revue de la littérature existante sur les concepts clés liés à la gestion des risques et à l'optimisation des délais. Il explore les différents modèles de gestion des risques et leurs applications dans les projets de construction, tout en analysant les relations entre la gestion des risques, la gestion de projet et l'optimisation

des délais. Ce chapitre permet de poser le cadre théorique sur lequel repose cette recherche.

Le troisième chapitre détaille la méthodologie adoptée pour cette étude. Il présente le positionnement de la recherche, les concepts mobilisés, les niveaux d'analyse, ainsi que les approches de collecte et d'analyse des données. Ce chapitre clarifie également les outils et techniques utilisés pour explorer les relations entre gestion des risques et optimisation des délais dans les projets de construction.

Les résultats et la discussion sont présentés dans le quatrième chapitre. Ce chapitre présente les résultats issus des analyses des données collectées, y compris des études de cas, et interprète ces résultats en fonction des objectifs de la recherche. Il permet de répondre à la question centrale de savoir comment une approche intégrée de la gestion des risques peut améliorer l'optimisation des délais dans les projets de construction.

Enfin, le cinquième chapitre discute des conclusions de la recherche, de ses implications pour le secteur de la construction, ainsi que des limites de l'étude et des pistes pour de futures recherches. Cette dernière section offre un retour critique sur les résultats obtenus et met en perspective les apports de cette recherche pour l'optimisation des délais dans les projets de construction.

CHAPITRE 1

PARTIE INTRODUCTIVE

Ce mémoire s'inscrit dans une réflexion stratégique sur l'amélioration de la performance temporelle dans les projets de construction. Dans un contexte marqué par la complexité croissante des projets, la multiplicité des intervenants et les aléas fréquents, la maîtrise des délais constitue un enjeu central pour les professionnels du secteur. L'approche adoptée s'appuie sur l'intégration de la gestion des risques comme levier d'optimisation des délais, en mobilisant à la fois des concepts théoriques, des pratiques managériales et des outils numériques. Ce chapitre introductif vise à poser les fondations conceptuelles de l'étude, en présentant la problématique, les enjeux clés, les fondements d'une approche intégrée, et enfin, la tension entre les cadres théoriques.

1.1 CONVERSATION

Dans le secteur de la construction, la question du respect des délais reste une problématique majeure, souvent au cœur des litiges contractuels, des surcoûts, et de l'insatisfaction des parties prenantes. Cela soulève la nécessité d'une gestion anticipative et intégrée des risques, en lien direct avec la planification temporelle. Ce chapitre commence par identifier les enjeux qui structurent cette problématique, avant de poser les bases d'une approche globale liant gestion des risques, délais et éthique professionnelle.

1.1.1 Les enjeux clés de l'optimisation des délais dans les projets de construction)

L'optimisation des délais constitue un axe stratégique dans les projets de construction, car elle impacte directement les coûts, la rentabilité, la satisfaction client et la réputation des entreprises. Plusieurs facteurs, souvent interdépendants, influencent cette performance temporelle : contraintes techniques liées à la nature des ouvrages, complexité organisationnelle du projet, coordination entre les différents intervenants, ou encore imprévus liés à l'environnement externe. Des études récentes (*Serpella et al., 2023 ; Zhu et al., 2020 ; Kerzner, 2021*) montrent que les projets souffrant d'une faible réactivité face aux imprévus tendent à accumuler des retards significatifs, avec des impacts économiques parfois irréversibles.

L'un des enjeux majeurs est la capacité à gérer et à anticiper l'incertitude. Les projets doivent composer avec des aléas variés : intempéries pouvant interrompre les travaux, mouvements sociaux provoquant l'arrêt temporaire des chantiers, ruptures d'approvisionnement dues à des défaillances logistiques ou à la fluctuation des marchés, et évolutions réglementaires imposant des modifications imprévues dans la conception ou l'exécution. La gestion agile, aujourd'hui de plus en plus utilisée, permet d'introduire de la flexibilité dans le pilotage temporel, sans compromettre la vision globale. Par ailleurs, les méthodes de planification en juste-à-temps (*Zhu et al., 2020*), couplées à des outils de prévision avancée, permettent d'anticiper les pics d'activité et d'éviter les engorgements logistiques.

Enfin, les conséquences des retards dépassent souvent la seule dimension économique. Dans les projets d'infrastructure, les retards peuvent affecter directement les populations,

perturber la fourniture de services publics essentiels, et générer une pression institutionnelle accrue sur les porteurs de projet. Comme l'expliquent Marchisotti, Farias Filho, França et Putnik (2022), les retards dans les projets d'infrastructure ont des effets sociaux et institutionnels profonds, allant de la perturbation du développement communautaire à l'érosion de la confiance institutionnelle. La performance temporelle revêt donc un caractère non seulement technique, mais également social et politique.

1.1.2 La nécessité d'une approche intégrée pour la gestion des risques et des délais

Face à cette complexité, il devient impératif d'adopter une approche intégrée, où la gestion des risques et la maîtrise des délais ne sont plus traitées comme des processus séparés, mais comme des composantes d'un même système de pilotage. La littérature (*Kerzner, 2021a ; Eastman et al., 2023*) insiste sur les bénéfices d'un système coordonné, reposant sur une circulation fluide de l'information et une responsabilisation partagée.

La gestion intégrée permet de synchroniser la détection des risques avec les mécanismes de planification, en élaborant des scénarios d'ajustement réalistes et applicables en temps réel. Cela limite les effets en chaîne souvent observés sur les calendriers lorsqu'un aléa survient sans stratégie de mitigation préalable. De plus, les plateformes numériques (*comme le BIM ou les logiciels de planification dynamique basés sur des diagrammes de Gantt interactifs*) facilitent la mise en œuvre opérationnelle de cette approche.

En intégrant ces dimensions, les projets gagnent en résilience face aux perturbations, tout en maintenant une capacité d'adaptation qui réduit la dépendance à des mesures correctives tardives et coûteuses. L'approche intégrée constitue donc une condition clé de la

performance dans les environnements complexes, où la rapidité et la précision de la réponse aux imprévus déterminent en grande partie le respect des délais.

1.1.3 Transition vers les débats : Un pont entre théorie et pratique

L'étude des concepts et méthodes de gestion des risques et de délais, aussi rigoureuse soit-elle, ne saurait suffire si elle ne tient pas compte de la réalité du terrain. Cette section établit un pont entre les modèles théoriques (planification, gestion agile, modélisation des risques) et leur mise en œuvre effective sur les chantiers. Dans les faits, les modèles prédictifs se heurtent souvent à des environnements instables, où la rigueur doit cohabiter avec une capacité d'ajustement rapide. Des études récentes (Serrador & Pinto, 2015 ; Eastman *et al.*, 2023) montrent que les modèles hybrides, combinant agilité et planification traditionnelle, tendent à mieux absorber les écarts. La flexibilité devient donc une compétence organisationnelle autant que technique. Les pratiques doivent évoluer en fonction du type de projet, du contexte socio-économique, et des acteurs impliqués. Ce débat entre théorie et pratique constitue la base sur laquelle se construit la réflexion du présent mémoire.

1.1.4 L'éthique dans la gestion des risques en construction

L'éthique dans la gestion des risques est une dimension transversale qui vient renforcer la légitimité des décisions prises dans les projets de construction. Elle touche à la fois à la sécurité, à la transparence, à la justice sociale, et à la durabilité. Dans un secteur où les intérêts économiques dominant souvent, intégrer l'éthique signifie élargir le cadre de décision à des considérations environnementales, sociales et humaines.

Des références plus récentes, comme celles d'Eastman *et al.* (2023) et Azimi *et al.* (2020), rappellent que la gestion éthique des risques est devenue une exigence, notamment dans

les projets publics ou financés par des bailleurs internationaux. Cela implique de lutter contre la corruption, de garantir des conditions de travail dignes, de limiter les impacts environnementaux et d'assurer une gouvernance équitable des ressources.

L'intégration d'une perspective éthique renforce la performance globale des projets, en assurant leur acceptabilité sociale et en limitant les risques réputationnels ou juridiques. Elle ne relève plus du supplément moral, mais d'un impératif stratégique.

1.2 DÉBATS

La gestion des risques appliquée à l'optimisation des délais dans les projets de construction suscite aujourd'hui un intérêt croissant dans la littérature scientifique comme dans la pratique professionnelle. Elle fait l'objet de nombreux débats, notamment autour des approches à privilégier : faut-il opter pour une gestion rigoureuse et planifiée, ou bien pour une approche plus souple, adaptée aux imprévus ? Cette section explore ces controverses méthodologiques, théoriques et opérationnelles. Elle propose une lecture critique des différentes écoles de pensée et des limites qu'elles rencontrent dans le contexte mouvant des projets de construction.

1.2.1 Introduction aux Débats en Gestion des Risques

L'optimisation des délais dans les projets de construction, sous l'angle de la gestion des risques, est un sujet central qui suscite de nombreux débats. Ces débats concernent principalement les approches de gestion des risques et les stratégies pour minimiser les retards, maximiser l'efficacité des projets, et anticiper les risques de manière optimale. Les discussions se concentrent notamment sur la sélection des méthodes de gestion des risques, l'impact de la variabilité des projets sur la planification, ainsi que la gestion des relations entre les différents acteurs du projet.

Les praticiens et théoriciens s'opposent en particulier sur les méthodes et stratégies pour anticiper et gérer les risques, chaque groupe ayant des préférences différentes en fonction des priorités de performance, de coût, et de flexibilité. Ce débat s'articule particulièrement autour de deux approches théoriques : l'approche prédictive et l'approche

agile. Ces deux approches diffèrent de manière significative, non seulement dans leur manière de planifier les projets, mais aussi dans leur flexibilité d'exécution et leur capacité à s'adapter aux imprévus (Chapman & Ward, 2011 ; Tah & Carr, 2000). Si l'approche prédictive se base sur des prévisions détaillées et une planification rigide, l'approche agile privilégie l'adaptabilité et la réactivité face aux changements imprévus. Cependant, il existe également un éventail d'autres méthodologies et cadres théoriques, comme l'approche systémique et les méthodes de gestion des risques intégrées, qui enrichissent les débats en offrant des solutions hybrides ou spécialisées adaptées à des contextes spécifiques.

La gestion des risques, devenue un domaine d'étude prolifique, reflète ainsi une diversité de méthodes et de cadres théoriques utilisés dans le secteur de la construction, chacun visant à répondre à des défis uniques tout en prenant en compte les objectifs de durabilité, de sécurité, et de performance.

1.2.2 Approches prédictives, agiles et leurs divergences

Dans la gestion des risques des projets de construction, deux approches majeures se distinguent : l'approche prédictive et l'approche agile. Chacune de ces méthodologies présente des avantages et des inconvénients, et leur application dépend largement du type de projet, de sa complexité et des incertitudes qui l'entourent. Ces deux approches s'opposent souvent, notamment en termes de prévision et de flexibilité, et soulèvent des débats sur la manière la plus efficace de gérer les risques et d'optimiser les délais.

L'approche prédictive repose sur des méthodes quantitatives rigoureuses pour anticiper et gérer les risques. Parmi les techniques les plus couramment utilisées figurent la simulation

Monte Carlo, les arbres de décision et l'analyse de scénarios, qui permettent de modéliser les impacts des risques sur le calendrier du projet (PMI, 2021 ; Chapman & Ward, 2011). Ces méthodes sont particulièrement utiles en phase de planification, car elles offrent une prévision détaillée des risques et de leur gestion, ce qui permet d'identifier les actions à entreprendre en amont pour minimiser les impacts négatifs.

Cependant, l'approche prédictive présente des limites, notamment lorsqu'il s'agit de gérer des projets complexes et dynamiques. Comme le souligne Kerzner (2021a) ces méthodes manquent souvent de la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux changements qui surviennent fréquemment dans des projets de grande envergure, où les conditions économiques, environnementales ou réglementaires peuvent évoluer rapidement. Dans ces cas, les incertitudes peuvent rendre les prévisions initiales obsolètes, entraînant ainsi des retards ou des erreurs de gestion.

Face aux limites de l'approche prédictive, l'approche agile s'est imposée comme une alternative dans la gestion des risques, notamment dans des projets où les incertitudes sont élevées. Inspirée des principes du Lean management et des méthodologies agiles, cette approche met l'accent sur la flexibilité, l'adaptabilité et la réactivité. Contrairement à l'approche prédictive, l'approche agile se concentre sur la gestion continue et dynamique des risques tout au long du cycle de vie du projet (Serrador & Pinto, 2015 ; Azimi *et al.*, 2011). Elle permet de s'ajuster rapidement aux nouveaux risques en réévaluant fréquemment les priorités et les ressources.

Cependant, cette flexibilité a un coût. Love, Edwards & Irani (2004) soulignent que la gestion agile peut basculer vers une logique trop réactive, en négligeant la planification

préventive à long terme. De plus, l'absence de cadre strict peut générer des incohérences dans l'alignement des actions. C'est pourquoi certains auteurs proposent de ne pas opposer les deux approches, mais de les articuler au sein d'un cadre hybride (Ward & Chapman, 2021 ; Walker & Rowlinson, 2023).

Cette articulation soulève une tension structurante : faut-il privilégier la rigueur des prévisions ou la flexibilité adaptative ? Les partisans d'une approche intégrée recommandent une structuration robuste en phase amont, suivie d'un pilotage agile et ajustable pendant l'exécution. Cette stratégie mixte permettrait de concilier anticipation stratégique et réactivité opérationnelle, en assurant à la fois la maîtrise des risques majeurs et la capacité de réponse rapide aux aléas (Kutsch & Hall, 2015 ; Alarcón, 2019).

Ainsi, le débat entre prédictif et agile reflète une évolution des pratiques managériales dans un secteur où les projets deviennent de plus en plus complexes et incertains. La gestion des risques n'est plus conçue comme une phase ponctuelle du projet, mais comme un processus continu, intégré à toutes les étapes du cycle de vie. Ce changement de paradigme ouvre la voie à des recherches futures centrées sur la modélisation des approches hybrides, capables d'intégrer rigueur méthodologique et agilité opérationnelle, pour mieux anticiper et contenir les retards dans les projets de construction.

1.2.3 Optimisation des délais et approches hybrides : défis et perspectives

Dans la gestion des risques de projets de construction, l'optimisation des délais est un défi central qui soulève des questions complexes sur la manière de concilier planification rigoureuse et flexibilité adaptative. La littérature met en lumière les tensions entre les approches prédictives, qui privilégient une anticipation rigoureuse des risques, et les

approches agiles, qui favorisent une réactivité constante face aux aléas du projet (Chapman & Ward, 2011 ; Love *et al.*, 2018). Cette opposition révèle une difficulté à conjuguer la nécessité d'une planification détaillée avec l'imprévisibilité des projets modernes, notamment dans un environnement où la complexité et l'incertitude prédominent (Flyvbjerg, 2006).

L'une des principales préoccupations dans ce contexte est l'impact des risques sur les délais. Une étude de Love et al. (2018) révèle que plus de 60 % des retards dans les projets de construction proviennent d'une gestion inefficace des risques, souvent due à un manque de mesures préventives ou à une incapacité à réagir rapidement aux nouveaux risques. Ce constat souligne l'importance de développer des stratégies à la fois robustes et flexibles pour anticiper les retards tout en permettant une adaptation rapide aux imprévus.

❖ **Approches prédictives : rigueur et limites**

Les approches prédictives comme la méthode du chemin critique (CPM) et l'analyse du Technique d'évaluation et d'examen de programme (PERT) sont couramment utilisées pour la planification des projets de grande envergure. Ces outils permettent de modéliser les délais et les risques dès les premières phases, en identifiant les tâches critiques et en ajustant les ressources pour éviter les retards (Turner, 1999 ; Winch, 2010). Cependant, ces approches sont souvent critiquées pour leur manque de flexibilité face aux changements imprévus, comme les interruptions dues à des facteurs externes ou des modifications des spécifications du projet (Flyvbjerg *et al.*, 2006). Cela peut rendre leur application difficile dans des projets où les incertitudes sont particulièrement élevées.

❖ **Approches agiles : flexibilité et réactivité**

À l'opposé, les approches agiles offrent une grande réactivité et adaptabilité, notamment à travers des méthodologies comme la Lean Construction. Ces approches privilégient une réévaluation continue des délais et des priorités, ce qui permet de mieux gérer les risques émergents au fur et à mesure du projet (Azimi *et al.*, 2011). Des études comme celle de Howell et Ballard (2005) montrent que les projets qui adoptent des méthodologies agiles réussissent souvent à respecter leurs délais, surtout dans des environnements où les risques évoluent rapidement. Toutefois, cette réactivité peut parfois réduire la fiabilité des prévisions à long terme, ce qui devient problématique dans des projets où les marges de manœuvre sont limitées.

❖ **Approches hybrides : intégration des méthodes prédictives et agiles**

Face aux limites des approches rigides et réactives, de plus en plus de chercheurs proposent des approches hybrides qui combinent les avantages des méthodologies prédictives et agiles. Ces approches visent à intégrer la rigueur de la planification prédictive avec la flexibilité des méthodes agiles, offrant ainsi une gestion plus complète et plus efficace des risques et des délais. Par exemple, la phase de planification pourrait s'appuyer sur des outils prédictifs pour évaluer les risques à long terme, tandis que l'exécution du projet pourrait utiliser des techniques agiles pour réagir rapidement aux aléas.

Cependant, les recherches sur les approches hybrides dans la gestion des risques de construction restent encore limitées. Bien que des études théoriques et empiriques aient exploré ces approches (Tserng *et al.*, 2019 ; Zou *et al.*, 2021), les recherches spécifiques sur leur efficacité dans les projets de construction complexes sont rares. Il existe encore de nombreuses zones grises dans la littérature, en particulier concernant l'impact de ces

méthodes sur les délais et la gestion des risques dans des contextes à forte complexité. Les défis liés à l'optimisation des délais dans les projets de construction sont nombreux, et l'intégration des approches prédictives et agiles pourrait offrir une solution hybride prometteuse.

Toutefois, la gestion des risques et des délais reste insuffisamment explorée dans la littérature actuelle. Les recherches récentes (Lee *et al.*, 2020) commencent à aborder cette question, mais des lacunes subsistent quant à une approche intégrée et véritablement hybride qui pourrait répondre aux défis des projets de construction modernes. Cette recherche propose de contribuer à cette réflexion en explorant les convergences et divergences entre les approches théoriques et les pratiques empiriques, avec pour objectif de proposer des recommandations pour une gestion des risques plus efficace, capable de répondre aux défis d'optimisation des délais dans des projets toujours plus complexes.

1.2.4 Les stratégies de gestion des risques

Les stratégies de réponse aux risques sont fondamentales pour assurer la réussite des projets de construction, particulièrement dans le cadre de l'optimisation des délais. La gestion des risques ne se limite pas à l'identification des risques, mais englobe un ensemble d'approches systématiques visant à réduire leur probabilité ou leur impact négatif, tout en maximisant les opportunités tout au long du cycle de vie du projet (Hillson, 2009).

Conformément au Project Management Institute (2021a), il existe sept stratégies principales de réponse aux risques, organisées selon qu'elles concernent une opportunité ou un risque (Figure 2).

- Pour les opportunités : exploiter, partager, améliorer, accepter.

- Pour les risques : éviter, transférer, réduire, accepter.

L'exploitation d'une opportunité consiste à agir de manière à s'assurer qu'elle se réalise pleinement. L'évitement d'un risque implique de modifier les plans de projet pour supprimer totalement la possibilité qu'il se produise. Le partage (opportunité) ou le transfert (risque) consiste à confier à un tiers tout ou partie de la responsabilité, par exemple par le biais de partenariats, de contrats ou d'assurances. L'amélioration d'une opportunité revient à augmenter sa probabilité ou ses effets positifs, tandis que la réduction d'un risque vise à en limiter la probabilité ou les conséquences négatives grâce à des mesures préventives ou d'atténuation.

Enfin, l'acceptation (qu'il s'agisse d'un risque ou d'une opportunité) suppose d'accepter les conséquences potentielles, soit parce que leur impact est jugé mineur, soit parce que les coûts de gestion seraient supérieurs aux bénéfices attendus (Cooper, Grey, Raymond, & Walker, 2005).

Figure 2 ci-dessous illustre ces sept stratégies de manière synthétique, en distinguant clairement celles orientées vers la maximisation des opportunités et celles visant à limiter les risques. Elle montre aussi l'ordre hiérarchique d'application, allant de l'action proactive (exploiter/éviter) jusqu'à l'acceptation. Cette représentation permet de visualiser rapidement les options stratégiques disponibles pour un chef de projet, afin d'adapter la réponse au contexte, aux ressources et à la complexité du projet.



Figure 2: Les 7 Stratégies de Réponse des Risques

Source: Project Management Institute. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) 7th Edition. Project Management Institute.
<https://www.migso-pcubed.com/fr/blog/gestion-des-risques/etapes-du-management-des-risques/>

1.2.5 Pratiques courantes dans la gestion des délais

La gestion des délais est une composante essentielle de la gestion de projet, surtout dans le secteur de la construction où le respect des échéances est crucial. Parmi les pratiques courantes, on trouve un ensemble d'outils, de méthodes et de techniques éprouvés, visant à planifier, surveiller et contrôler le temps nécessaire pour réaliser les différentes activités d'un projet. Ces pratiques sont indispensables pour garantir que les projets respectent les délais fixés, tout en restant dans les limites budgétaires et en respectant les exigences de qualité.

L'utilisation de logiciels de gestion de projet tels que *Microsoft Project* et *Primavera P6* permet de créer des diagrammes de Gantt détaillés, d'identifier le chemin critique et de

suivre en temps réel l'avancement des tâches. Ces outils offrent également la possibilité de réaliser des simulations de scénarios (what-if analysis) afin d'ajuster les calendriers en fonction des imprévus, optimisant ainsi la réaffectation des ressources (Project Management Institute, 2021a).

Une composante clé de la gestion des délais est l'intégration de la gestion proactive des risques, qui consiste à identifier et analyser les facteurs pouvant causer des retards, puis à élaborer des plans de contingence pour en limiter l'impact. Cette approche préventive, lorsqu'elle est intégrée dès la phase de planification, permet non seulement de réduire les interruptions, mais aussi d'améliorer la performance temporelle globale en optimisant l'utilisation des ressources (Kerzner, 2021a).

Enfin, l'analyse rétrospective des performances passées joue un rôle important. En examinant systématiquement les projets antérieurs à travers des méthodes comme l'*Earned Value Management* (EVM) ou les revues post-projet, il est possible d'identifier les causes récurrentes de retard, de capitaliser sur les leçons apprises (*lessons learned*) et d'adopter des mesures correctives adaptées. Cette démarche favorise une amélioration continue de la gestion des délais dans les projets futurs (Kerzner, 2021a ; PMI, 2021a).

1.2.6 Confrontation entre différentes approches de gestion des risques

La gestion des risques dans les projets de construction mobilise plusieurs méthodes et stratégies, chacune offrant une manière particulière de traiter les incertitudes et de limiter leurs effets négatifs. Pour plus de clarté, il est possible de distinguer d'une part les méthodes d'évaluation des risques, qu'elles soient quantitatives ou qualitatives, et d'autre part les

stratégies d'application, qu'elles soient proactives ou réactives. Cette distinction permet de mieux comprendre leurs complémentarités et les combinaisons possibles selon les contextes.

Les méthodes quantitatives s'appuient sur des modèles mathématiques et statistiques afin de mesurer les risques de façon chiffrée et objective. Elles incluent des outils comme la simulation Monte Carlo, les arbres de décision ou l'analyse de scénarios, qui permettent de calculer la probabilité d'occurrence et l'impact potentiel des risques (Hillson, 2009). Elles sont particulièrement adaptées aux projets complexes et de grande envergure, où la précision des prévisions est essentielle pour la planification stratégique. Toutefois, elles peuvent manquer de flexibilité dans des environnements changeants, notamment lorsque les données disponibles sont limitées ou incomplètes, ce qui peut réduire leur pertinence (Ghaleb et al., 2022).

À l'inverse, les méthodes qualitatives reposent sur les jugements d'experts et des techniques descriptives telles que les matrices de risques, les listes de contrôle et les analyses SWOT (Cooper et al., 2005). Elles se révèlent plus souples et plus rapides à mettre en œuvre, particulièrement dans les situations où les données quantitatives sont insuffisantes ou difficiles à obtenir. En revanche, leur précision est moindre et leur efficacité peut être limitée dans des projets comportant de nombreuses interdépendances ou un haut degré de complexité, car elles s'appuient fortement sur l'expérience et l'interprétation subjective des experts (Ghaleb et al., 2022).

Les stratégies d'application peuvent elles aussi se décliner en deux grandes familles. L'approche proactive consiste à anticiper et à gérer les risques dès la phase de planification,

en identifiant les menaces potentielles à un stade précoce et en élaborant des plans d'atténuation avant qu'elles ne se matérialisent (Hillson, 2009). Cette approche limite l'impact des risques sur les délais et les coûts du projet, et permet une meilleure maîtrise globale du processus. L'approche réactive, en revanche, intervient après la survenue du risque. Bien qu'elle permette de répondre à des événements imprévisibles, elle expose les projets à des coûts plus élevés et à des perturbations importantes, car elle suppose une intervention en urgence sans préparation préalable (Ghaleb et al., 2022).

Face à la complexité croissante des projets de construction, aucun de ces modèles ne peut à lui seul garantir une gestion optimale des risques. C'est pourquoi, dans les environnements à forte incertitude, les gestionnaires tendent à privilégier une approche hybride. Celle-ci combine la rigueur des méthodes quantitatives pour la mesure et la prévision des risques, avec la flexibilité des méthodes qualitatives qui intègrent l'expertise terrain. De la même manière, elle articule une base proactive solide, visant à anticiper la majorité des menaces identifiées, avec la capacité de réagir rapidement aux imprévus. Ce double ancrage méthodologique et stratégique maximise la résilience des projets et améliore leur performance temporelle, en équilibrant précision analytique et adaptabilité opérationnelle (Hillson, 2009 ; Ghaleb et al., 2022).

1.2.7 Résultats des débats sur l'optimisation des délais

Les débats autour de l'optimisation des délais dans les projets de construction ont permis de dégager plusieurs conclusions majeures et ont mis en lumière des approches innovantes pour améliorer la gestion du temps dans ce secteur. Ces discussions ont révélé un consensus sur la nécessité d'intégrer la gestion des délais dans un cadre global de pilotage du projet,

en prenant simultanément en compte les dimensions techniques, financières, organisationnelles et humaines. Toutefois, elles soulignent également que des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux équilibrer les arbitrages entre qualité, coût et délais.

Un des enseignements les plus marquants est l'importance d'une approche systémique, dans laquelle la gestion du temps ne se fait pas de manière isolée mais en interaction avec la planification, l'allocation des ressources, la gestion des risques et la coordination des parties prenantes. Nguyen, Ogunlana et Lan (2021) montrent que l'optimisation des délais repose sur l'articulation dynamique entre contraintes temporelles, budgétaires, de risques et de qualité. Zhao, Wang et Fang (2020) confirment que l'intégration de systèmes numériques avancés, comme le suivi en temps réel et la simulation, permet d'anticiper les retards et de mieux coordonner les équipes. L'International Project Management Association (IPMA, 2022) insiste sur le fait que la maîtrise des délais doit s'inscrire dans un modèle global de maturité organisationnelle pour favoriser la réactivité et prévenir les dérives temporelles.

Table 1: Évolution des approches systémiques dans la gestion des délais

Année	Étude	Approche	Résultats principaux
2004	Gidado	Approche systémique	Gestion intégrée des facteurs : planification, ressources, risques, communication
2015	Serrador & Pinto	Approche agile	Flexibilité dans la gestion des imprévus, ajustements rapides, réduction des délais
2018	Eastman et al.	Utilisation du BIM (<i>Building Information Modeling – modélisation des données du bâtiment</i>)	Amélioration de la coordination, suivi des délais, gestion des risques

De cette approche systémique émergent plusieurs leviers :

- (1) une planification initiale réaliste et détaillée (Kerzner, 2021a) ;
- (2) l'usage du BIM, qui améliore la coordination et la visualisation des risques liés au calendrier (Eastman et al., 2018) ;
- (3) la flexibilité managériale inspirée des approches agiles, permettant des ajustements rapides face aux imprévus (Serrador & Pinto, 2015) ;
- (4) une communication claire et continue, soutenue par des mécanismes de retour d'information fréquents et une transparence renforcée (Kerzner, 2021a).

En complément, les méthodes contractuelles alternatives représentent un autre levier d'optimisation des délais. Les contrats de type conception-construction (Design-Build) et livraison intégrée de projet (Integrated Project Delivery – IPD) favorisent la collaboration précoce et étroite entre les parties prenantes, réduisant ainsi les pertes de temps dues aux malentendus et aux modifications tardives (Minchin et al., 2013). Lorsqu'elles sont associées à une gestion proactive des risques (Hillson, 2017), ces méthodes contribuent à limiter les retards imprévus et à améliorer la performance des équipes, d'autant plus si elles s'accompagnent d'un renforcement des compétences et de l'usage d'outils numériques.

Table 2: Résultats des méthodes contractuelles sur la gestion des risques

Année	Étude	Méthode contractuelle	Résultats principaux
2013	Minchin et al.	Design-Build, IPD	Collaboration accrue, réduction des délais, prévention des retards
2017	Hillson	Gestion proactive des risques	Réduction des retards imprévus, amélioration de la performance des équipes

Ces constats alimentent plusieurs débats récurrents dans la littérature. Le premier concerne l'équilibre entre coûts, qualité et délais : bien que le chevauchement des tâches (*fast-tracking*) permette de réduire la durée des projets, Pinto et Slevin (1987) soulignent que cette stratégie peut affecter la qualité ou générer des coûts supplémentaires. Le deuxième débat porte sur l'impact réel des nouvelles technologies : si le BIM est largement reconnu pour son potentiel, son efficacité varie selon les contextes locaux et la compétence des équipes (Eastman et al., 2018). Le troisième débat touche à l'adaptation aux spécificités

locales : les stratégies d’optimisation doivent être ajustées aux réalités réglementaires, culturelles et environnementales, ce qui rend difficile la généralisation de certaines pratiques (Flyvbjerg, 2006).

Table 3: Débats clés sur l’optimisation des délais

Thème	Position A	Position B
Équilibre coûts / qualité / délais	Priorité à une planification rigoureuse pour éviter les surcoûts	Plus de flexibilité pour adapter les objectifs en cours de projet
Impact des technologies	Investir massivement dans le BIM et outils numériques pour anticiper les retards	Utiliser les technologies de manière ciblée selon les besoins et ressources
Adaptation locale	Standardisation des pratiques pour uniformiser la performance	Ajustement aux contraintes réglementaires et culturelles locales

I “Position A” désigne la vision orientée planification rigoureuse et standardisation, tandis que “Position B” privilégie l’adaptabilité et le sur-mesure.

En définitive, ces échanges mettent en lumière l’importance d’une approche holistique combinant rigueur méthodologique et flexibilité opérationnelle. La combinaison d’une planification robuste, de technologies numériques, de méthodes contractuelles collaboratives et d’une gestion proactive des risques apparaît comme l’une des voies les plus prometteuses pour optimiser les délais

1.3 PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE

L'optimisation des délais dans les projets de construction, bien qu'essentielle pour accroître les chances de réussite d'un projet, demeure un défi majeur pour les praticiens. En effet, ces projets sont fréquemment confrontés à des retards importants, malgré les avancées en matière de méthodes de gestion et de technologies, telles que la modélisation des données du bâtiment (*Building Information Modeling – BIM*) (Eastman et al., 2018) et les méthodes contractuelles alternatives (Minchin et al., 2013). Ces retards sont souvent liés à plusieurs facteurs interdépendants.

Premièrement, une gestion inefficace des risques : bien que ceux-ci soient identifiés dès la phase de planification, ils ne sont pas toujours anticipés de manière adéquate ni gérés proactivement, ce qui entraîne des perturbations affectant les délais (Kerzner, 2021a ; Hillson, 2017).

Deuxièmement, des pratiques de planification trop rigides : bien que les approches prédictives comme la méthode du chemin critique (*Critical Path Method – CPM*) et l'analyse PERT aient démontré leur utilité, elles manquent parfois de flexibilité dans un environnement de construction dynamique, ce qui limite leur efficacité face aux aléas du projet (Flyvbjerg, 2006) Troisièmement, un manque de coordination entre les parties prenantes : la littérature montre que des lacunes dans la communication peuvent provoquer des malentendus, des révisions de plan et des interruptions, allongeant ainsi les délais (Serrador & Pinto, 2015).

Ces difficultés sont accentuées par la nature même des projets de construction, qui mobilisent de nombreux acteurs, ressources et contraintes externes — qu’elles soient économiques, environnementales ou réglementaires (Gidado, 2004). De plus, la diversité des contextes géographiques et culturels dans lesquels ces projets sont réalisés exige une adaptation constante des stratégies de gestion des risques et des délais.

Ainsi, malgré les progrès technologiques comme l’utilisation du BIM ou des contrats de type conception-construction (*Design-Build*) et livraison intégrée de projet (*Integrated Project Delivery – IPD*) les retards persistent. Cela indique que les approches traditionnelles de gestion des risques et des délais ne suffisent pas à relever les défis contemporains du secteur (Eastman et al., 2018).

Dans ce contexte, il est pertinent de questionner les limites des approches actuelles et d’explorer de nouvelles stratégies plus intégrées, tenant compte à la fois des spécificités locales et des évolutions technologiques récentes. Dès lors, une question centrale émerge :

Comment une gestion des risques plus systématique et contextualisée peut-elle contribuer à améliorer l’optimisation des délais dans les projets de construction ?

Cette interrogation repose sur le constat que, bien que de nombreuses pratiques de gestion de projet soient déjà établies, elles ne parviennent pas à résoudre durablement les problèmes de retards dans des environnements complexes et incertains.

Les débats précédemment exposés démontrent que l’optimisation des délais dépend de la capacité des gestionnaires de projet à anticiper les risques, à s’adapter rapidement aux changements et à coordonner efficacement l’ensemble des parties prenantes. Toutefois, la

persistance des retards dans la majorité des projets de construction suggère que les méthodes actuelles restent insuffisantes.

Les approches prédictives, bien que précises en phase de planification, manquent souvent de souplesse dans des environnements incertains. Les approches agiles, plus flexibles, peuvent souffrir d'un manque de structuration et de projection à long terme. Quant aux innovations technologiques, elles ne produisent des effets durables que lorsqu'elles s'accompagnent d'une gestion proactive des risques et d'une communication fluide entre les acteurs.

Cette problématique s'inscrit donc dans une double perspective : théorique, en contribuant aux débats sur la gestion intégrée des risques et des délais ; et pratique, en visant à formuler des recommandations concrètes pour renforcer la performance temporelle des projets de construction complexes.

1.4 LOCALISATION DE LA RECHERCHE

La présente recherche est localisée dans le secteur de la construction. L'étude se concentrera principalement sur des projets de construction réalisés dans des contextes urbains et infrastructurels, où les enjeux liés aux délais sont particulièrement critiques en raison de l'ampleur et de la complexité des opérations.

Cette recherche analysera des projets dans des régions où la pression sur le respect des délais est exacerbée par des contraintes réglementaires, économiques, et environnementales spécifiques.

1.5 LES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Cette recherche vise à répondre à la problématique centrale en explorant plusieurs

dimensions liées à l'optimisation des délais dans les projets de construction. Les objectifs sont structurés en trois axes principaux : l'identification des risques clés, l'analyse des relations entre ces facteurs, et l'évaluation des approches technologiques et contractuelles pour améliorer la gestion des délais. Ces axes permettent de cadrer les questions de recherche et de structurer l'analyse pour proposer des solutions adaptées.

1.5.1 Identification des facteurs clés

L'objectif principal de cette recherche est d'identifier les facteurs clés influençant directement les délais dans les projets de construction. Ces facteurs, souvent complexes et interconnectés, peuvent provenir de sources de risques variées techniques, financières, humaines ou environnementales. La compréhension précise de ces facteurs permet de cerner les principales causes des retards et de proposer des stratégies adaptées pour y remédier. Ce processus d'identification constitue une étape essentielle pour mettre en place une approche proactive de gestion des risques, indispensable à la réduction des retards et à l'amélioration de l'efficacité des projets.

L'analyse s'intéresse d'abord aux risques majeurs qui influencent directement les délais dans les projets de construction. Ceux-ci peuvent être :

- Techniques : difficultés liées à la qualité ou à la disponibilité des matériaux, à des défauts de conception, ou à des limitations technologiques.
- Financiers : insuffisance ou interruption du financement, dépassements budgétaires imprévus.
- Humains : pénurie de main-d'œuvre qualifiée, communication inefficace, conflits entre les parties prenantes.

- Environnementaux : conditions climatiques défavorables, catastrophes naturelles, contraintes réglementaires ou administratives.

Ces risques seront identifiés à partir d'une analyse documentaire approfondie et d'études de cas, afin de comprendre leur incidence sur les délais et d'établir une typologie claire des situations les plus critiques.

La recherche évalue également dans quelle mesure les technologies modernes, telles que la modélisation des données du bâtiment (*Building Information Modeling – BIM*) et les logiciels de gestion de projet, contribuent à anticiper ou réduire les retards. L'analyse porte sur leur capacité à renforcer la gestion proactive des risques, à améliorer la coordination entre les acteurs et à optimiser la planification ainsi que le suivi des délais.

Enfin, cette recherche examine l'impact des méthodes contractuelles alternatives, telles que la conception-construction (*Design-Build*) et la livraison intégrée de projet (*Integrated Project Delivery – IPD*), sur la maîtrise des délais. L'étude analyse comment ces approches favorisent la collaboration interdisciplinaire, réduisent les malentendus et permettent une gestion plus efficace des imprévus, contribuant ainsi à prévenir ou limiter les retards.

1.5.2 Résumé des objectifs et questions de recherche

Dans cette section, le tableau 4 résume les objectifs de la recherche ainsi que les questions de recherche correspondantes. Ce tableau permettra de clarifier les principaux axes d'investigation et de structurer l'analyse.

Table 4: Résumé des objectifs et questions de recherche

Objectifs de la recherche	Questions de recherche
Objectif 1 : Identifier les risques principaux	<p>QR 1.1 : Quels sont les risques (techniques, financiers, humains, environnementaux) les plus influents sur les délais des projets de construction ?</p> <p>QR 1.2 : Comment ces risques affectent-ils la gestion des délais dans le cadre des projets de construction ?</p>
Objectif 2 : Évaluer l'impact des technologies	<p>QR 2.1 : Dans quelle mesure l'adoption de technologies modernes (BIM, outils de planification avancés) contribue-t-elle à l'optimisation des délais dans les projets de construction ?</p> <p>QR 2.2 : Comment ces technologies améliorent-elles la gestion proactive des risques liés aux délais ?</p>
Objectif 3 : Explorer les méthodes contractuelles	<p>QR 3.1 : Comment les différentes méthodes contractuelles influencent-elles la gestion des délais et des risques ?</p> <p>QR 3.2 : Quelles pratiques contractuelles</p>

	peuvent réduire les retards et améliorer la coordination entre les parties prenantes ?
--	--

1.5.3 Synthèse des hypothèses et propositions de recherche

La revue de littérature consacrée à la gestion des risques et à l'optimisation des délais dans les projets de construction a permis de mettre en évidence plusieurs relations clés entre les pratiques de gestion de projet, la maîtrise des risques et la performance temporelle. Ces relations constituent le socle des hypothèses de recherche et des propositions formulées dans cette étude. Elles sont issues de l'analyse croisée de travaux récents et reflètent les tendances actuelles observées dans le secteur.

La première hypothèse postule que la gestion proactive des risques améliore l'optimisation des délais. Cette approche, qui inclut l'identification précoce des menaces, l'élaboration de stratégies d'atténuation et la réévaluation continue des risques, a été largement documentée dans la littérature (Fang et al., 2020 ; Zhao, Wang & Fang, 2021 ; Hillson, 2022). Les projets intégrant une gestion proactive dès la phase de planification sont mieux préparés à anticiper les imprévus tels que les pénuries de matériaux, les retards des fournisseurs ou les aléas climatiques et à limiter leur impact sur le calendrier.

La deuxième hypothèse met en avant le rôle des technologies numériques dans l'amélioration de la gestion des délais. Parmi ces outils, le Building Information Modeling (BIM) occupe une place centrale. Le BIM se définit comme un processus numérique

collaboratif qui permet de créer et de gérer les représentations 3D enrichies de données techniques d'un ouvrage, tout au long de son cycle de vie. Dans sa version BIM 4D, il intègre la dimension temporelle, permettant de simuler l'évolution des travaux dans le temps et d'anticiper les conflits de planning. Associé à des solutions telles que les logiciels avancés de planification ou les systèmes d'automatisation (drones, capteurs IoT), le BIM facilite la visualisation des tâches, la gestion des interdépendances et l'ajustement dynamique des ressources (Kerzner, 2021 ; Eastman et al., 2023).

La troisième hypothèse souligne que les approches contractuelles collaboratives réduisent les retards liés à la coordination des parties prenantes. Deux modèles illustrent particulièrement cette tendance :

- Design-Build, ou conception-construction, est une méthode contractuelle dans laquelle un seul acteur — ou un groupement intégré — est responsable à la fois de la conception et de la réalisation des travaux, ce qui élimine les ruptures entre ces deux phases et réduit les délais globaux.
- Integrated Project Delivery (IPD), ou livraison intégrée de projet, est un modèle collaboratif associant dès le début concepteurs, constructeurs et client dans un contrat multipartite. Il se caractérise par un partage équilibré des risques et des bénéfices, favorisant la transparence, la résolution rapide des problèmes et la limitation des retards liés à la coordination (Minchin et al., 2013).

La quatrième hypothèse avance que les pratiques de gestion de projet agiles et hybrides offrent une flexibilité accrue pour l'optimisation des délais. Contrairement aux approches prédictives linéaires, les méthodes agiles permettent des ajustements fréquents et une

adaptation continue aux aléas rencontrés en phase d'exécution. Les modèles hybrides, combinant planification prédictive et flexibilité agile, sont particulièrement adaptés aux projets complexes de construction, où certaines phases nécessitent de la stabilité tandis que d'autres demandent des révisions rapides.

Enfin, la cinquième hypothèse affirme que la gestion proactive des ressources humaines et matérielles améliore la performance temporelle. Anticiper les besoins en main-d'œuvre et en approvisionnement, et mettre en place un suivi continu, permet d'éviter les goulots d'étranglement et les interruptions dues à des pénuries ou à des erreurs de coordination.

Ces cinq hypothèses, résumées dans le Tableau 6, serviront de base à la recherche empirique. Elles visent à valider les pratiques les plus efficaces pour optimiser les délais dans les projets de construction, en combinant gestion des risques, innovations technologiques et méthodes organisationnelles adaptées.

Table 5: Synthèse des hypothèses, variables et propositions de recherche

Hypothèses	Variables associées	Propositions de recherche
H1 : La gestion proactive des risques améliore l'optimisation des délais	Identification précoce des risques ; Stratégies d'atténuation ; Réévaluation continue	Les projets intégrant une gestion proactive dès la planification initiale sont plus susceptibles de respecter les délais fixés.
H2 : L'intégration des technologies numériques améliore	Utilisation du BIM 4D ; Automatisation (drones, IoT) ; Outils	L'adoption de technologies numériques optimise les délais grâce à une meilleure visualisation

la gestion des délais	avancés de planification	des tâches, une gestion des interdépendances et un ajustement dynamique des ressources.
H3 : Les approches contractuelles collaboratives réduisent les retards liés à la coordination	Design-Build ; Integrated Project Delivery (IPD) ; Coordination inter- acteurs	Les projets utilisant des approches contractuelles collaboratives présentent moins de retards de coordination que ceux recourant au Design-Bid-Build.
H4 : Les pratiques agiles et hybrides offrent une plus grande flexibilité pour l'optimisation des délais	Gestion agile ; Modèles hybrides ; Flexibilité d'exécution	Les méthodes agiles ou hybrides permettent d'ajuster rapidement les délais en phase d'exécution, réduisant les retards liés aux imprévus.
H5 : La gestion proactive des ressources améliore les performances temporelles	Anticipation des besoins en ressources humaines et matérielles	Les projets appliquant une gestion proactive des ressources affichent de meilleures performances temporelles que ceux adoptant une approche réactive.

CHAPITRE 2

REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre vise à explorer de manière critique les concepts théoriques, les modèles et les pratiques existantes en lien avec la gestion des risques, la gestion de projet et l'optimisation des délais dans le secteur de la construction. À travers une revue approfondie de la littérature académique et professionnelle, il s'agit de contextualiser la problématique de la recherche, d'identifier les principaux facteurs influençant les délais, et de mettre en évidence les interactions entre ces facteurs. Cette analyse permet de dégager les bases conceptuelles nécessaires à la formulation des hypothèses de recherche et à la compréhension des dynamiques organisationnelles et techniques qui sous-tendent la performance temporelle des projets. En mettant en lumière les lacunes ou contradictions observées dans les travaux antérieurs, ce chapitre contribue également à justifier la pertinence et l'originalité de la présente étude.

2.1 Définition des facteurs en jeu

2.1.1 Concepts de gestion des risques

La gestion des risques constitue un processus central dans la conduite des projets de construction, en raison des incertitudes multiples susceptibles d'influencer les délais, les coûts et la qualité des livrables. En 2025, cette discipline connaît une évolution marquée par une intégration plus précoce et proactive des risques dès les premières phases de planification. Elle ne se réduit plus à la seule identification des menaces, mais s'inscrit dans un cycle continu associant évaluation, planification des réponses et suivi tout au long du cycle de vie du projet (Hillson & Simon, 2022).

Selon le *Project Management Institute* (PMI, 2021), la gestion des risques regroupe l'ensemble des processus visant à maximiser la probabilité et l'impact des événements favorables (opportunités) tout en minimisant ceux des événements défavorables (risques) pour le projet. Ce processus comprend plusieurs étapes fondamentales :

Identification des risques : repérage systématique des événements incertains pouvant affecter les objectifs du projet. Ces risques peuvent être techniques (défaillance d'équipements, erreurs de conception), financiers (insuffisance budgétaire, hausse des coûts), environnementaux (aléas climatiques, contraintes réglementaires) ou organisationnels (mauvaise coordination, conflits entre parties prenantes).

Évaluation des risques : analyse de la probabilité d'occurrence et de l'impact potentiel, permettant de hiérarchiser les risques et de prioriser les actions à entreprendre. Cette étape s'appuie notamment sur les travaux de Kerzner (2021a, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*), qui souligne l'importance d'une évaluation quantitative et qualitative combinée.

Planification des réponses : élaboration de stratégies adaptées telles que l'évitement, la réduction, le partage ou l'acceptation des risques (Cooper et al., 2020).

Suivi et réévaluation : contrôle continu de l'efficacité des mesures mises en œuvre, avec ajustements en fonction de l'évolution du contexte ou de l'apparition de nouveaux risques (Hillson & Simon, 2022).

Une distinction essentielle est faite entre risques internes et risques externes. Les premiers sont liés aux activités propres au projet, comme la disponibilité des ressources ou les choix

techniques, tandis que les seconds proviennent de facteurs externes incontrôlables, tels que les conditions météorologiques, les évolutions réglementaires ou les fluctuations économiques (PMI, 2021). En 2025, la prise en compte de risques émergents notamment ceux liés à la cybersécurité, aux pandémies ou aux tensions géopolitiques devient un enjeu stratégique majeur (Bannerman, 2023).

L'intégration des technologies avancées transforme également la gestion des risques. L'intelligence artificielle (IA) et l'analyse massive de données permettent de détecter plus précocement les signaux faibles et de modéliser des scénarios d'impact. Par ailleurs, le *Building Information Modeling* (BIM, modélisation des données du bâtiment) constitue un outil de simulation et de visualisation des risques, facilitant l'anticipation des points critiques et l'évaluation des conséquences potentielles (Eastman et al., 2023).

Enfin, la gestion des opportunités est désormais pleinement intégrée dans la démarche. Elle consiste à repérer et exploiter les événements pouvant avoir un effet positif sur les objectifs du projet, par exemple par l'optimisation des ressources ou l'amélioration des procédés. Cette orientation équilibrée, qui considère risques et opportunités de manière complémentaire, reflète une évolution vers une gestion plus stratégique et résiliente des projets (Hillson & Simon, 2022).

2.1.2 Modèles de gestion de projet

Les modèles traditionnels, à l'image du modèle en cascade (*Waterfall*), reposent sur une approche séquentielle dans laquelle les phases du projet sont exécutées dans un ordre linéaire prédéfini. Comme le souligne Kerzner (2021a), ce type de modèle est fondé sur une planification détaillée et une prévision précise des ressources, ce qui le rend

particulièrement pertinent lorsque les besoins sont clairement définis dès le départ et que peu de modifications sont attendues en cours d'exécution.

Les principaux modèles de gestion de projet peuvent être classés en deux grandes catégories : les modèles traditionnels (ou prédictifs) et les modèles agiles (ou adaptatifs).

❖ **Modèles de gestion de projet**

Les modèles de gestion de projet constituent des cadres méthodologiques qui permettent de structurer, planifier et exécuter les projets de manière organisée et efficace. Selon le *Project Management Institute* (PMI, 2021), ils définissent les étapes, processus et pratiques à suivre afin d'atteindre les objectifs fixés tout en respectant les contraintes de délais, de coûts, de qualité et de gestion des risques. En 2025, ces modèles ont évolué pour intégrer davantage de flexibilité et tirer parti des outils technologiques avancés, offrant ainsi une meilleure capacité d'adaptation face aux environnements de projet complexes.

❖ **Modèles de gestion de projet traditionnels (prédictifs)**

Les modèles traditionnels, comme le modèle en cascade (*Waterfall*), reposent sur une approche séquentielle dans laquelle les phases du projet sont réalisées dans un ordre linéaire prédéfini. Ce modèle s'appuie sur une planification détaillée et une prévision rigoureuse des ressources, ce qui le rend particulièrement adapté aux projets dont les exigences sont clairement établies dès le départ et où peu de modifications sont prévues en cours d'exécution (Kerzner, 2021a).

Les étapes typiques du modèle en cascade comprennent :

1. **Initiation** : définition des objectifs et identification des besoins des parties prenantes.
2. **Planification** : élaboration d'un plan détaillé intégrant le calendrier, le budget et les ressources nécessaires.
3. **Mise en œuvre** : exécution des activités conformément au plan.
4. **Contrôle et suivi** : suivi de l'avancement pour s'assurer du respect des délais, du budget et des standards de qualité.
5. **Clôture** : finalisation du projet, livraison des livrables et évaluation des performances.

Ce modèle reste largement utilisé dans les secteurs nécessitant une forte rigueur et une stabilité, tels que la construction, les infrastructures et les projets industriels complexes (PMI, 2021). Cependant, sa rigidité le rend moins efficace dans des environnements où les besoins peuvent évoluer rapidement.

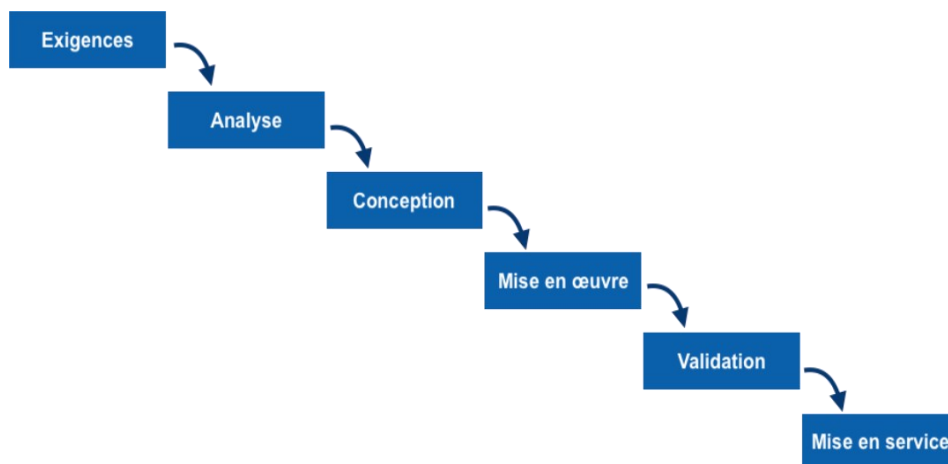


Figure 3: Modèle en cascade générique décrivant la succession linéaire des phases d'un projet d'ingénierie

Source : Modèle en cascade générique décrivant la succession linéaire des phases d'un projet d'ingénierie.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A8le_en_cascade#/media/Fichier:Mod%C3%A8le_en_cascade_g%C3%A9n%C3%A9rique.png

❖ Modèles de gestion de projet agiles (adaptatifs)

À l'opposé des approches prédictives, les modèles agiles privilégient la flexibilité et l'adaptation continue. Ils reposent sur des cycles courts appelés *sprints*, au cours desquels une partie du projet est livrée, évaluée et ajustée selon les retours des parties prenantes. Cette approche permet de répondre plus rapidement aux changements de besoins ou de priorités (Schwaber & Sutherland, 2020).

Le cadre **Scrum**, largement utilisé, repose sur trois piliers (PMI, 2021) :

- **Transparence** : l'ensemble des éléments du projet est rendu visible pour tous les acteurs.
- **Inspection** : chaque itération est examinée afin de vérifier sa conformité aux objectifs.
- **Adaptation** : les processus et livrables sont ajustés en fonction des résultats et des retours.

Ces méthodes sont particulièrement pertinentes lorsque les besoins évoluent en cours de projet, notamment dans les environnements incertains ou innovants. Dans le secteur de la construction, elles se prêtent davantage aux projets complexes nécessitant une forte collaboration interdisciplinaire (Kerzner, 2021a ; Conforto & Amaral, 2016).

❖ **Modèles hybrides**

Pour répondre à la complexité des projets contemporains, les approches hybrides combinent la structure prévisionnelle des méthodes prédictives avec la souplesse des approches agiles. Cette combinaison permet de planifier avec précision les phases stables du projet tout en conservant une marge d'adaptation pour les phases sujettes à évolution.

Le *Project Management Institute* (PMI, 2021) souligne que les modèles hybrides sont particulièrement adaptés aux projets de construction, où certaines étapes (comme la planification des infrastructures) nécessitent une approche stricte, tandis que d'autres (comme la gestion des sous-traitants) bénéficient d'une approche agile. L'intégration d'outils numériques tels que la modélisation des données du bâtiment (*Building Information Modeling* – BIM) améliore la coordination et permet de visualiser les résultats à chaque étape (Eastman et al., 2023).

❖ **Nouvelles tendances en gestion de projet**

En 2025, les transformations majeures en gestion de projet sont largement liées à l'adoption des technologies numériques. L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) et de l'apprentissage automatique (*machine learning*) permet de traiter de grandes quantités de données et d'anticiper certains risques. Par exemple, l'association de capteurs connectés (*Internet des objets* – IoT) et de l'IA facilite la collecte et l'analyse en temps réel de données relatives à l'avancement, à la qualité et aux conditions de chantier (Marinelli et al., 2023 ; Smith & Jones, 2022).

Par ailleurs, l'automatisation par la robotique et l'impression 3D accélère l'exécution de certaines tâches tout en améliorant la précision des livrables (Eastman et al., 2023). Les méthodes Lean, définies par Koskela (2000), visent quant à elles à éliminer les gaspillages, améliorer les flux de travail et favoriser une culture de collaboration et de communication continue, renforçant ainsi l'efficacité globale des projets.

2.1.3 Pratiques en optimisation des délais

L'optimisation des délais dans les projets de construction est un enjeu majeur pour garantir la livraison des projets dans les délais impartis, tout en respectant les contraintes de coûts et de qualité. Les pratiques en matière d'optimisation des délais évoluent constamment, soutenues par les avancées technologiques et méthodologiques récentes. Cette évolution est notamment stimulée par l'intégration croissante des outils numériques et des technologies de gestion de projet qui permettent de mieux planifier, suivre et ajuster les planifications de manière dynamique. Par exemple, l'utilisation du Building Information Modeling (BIM) a révolutionné la manière dont les projets sont visualisés et gérés, en offrant une plateforme collaborative où les parties prenantes peuvent travailler ensemble en temps réel, réduisant ainsi les risques de retards dus à des erreurs de communication ou de coordination (Eastman *et al.*, 2023).

En 2025, ces pratiques sont particulièrement centrées sur l'utilisation des technologies numériques, telles que le BIM, la gestion proactive des risques, et des méthodes contractuelles innovantes qui favorisent une meilleure collaboration entre les différentes parties prenantes. Selon une étude de Smith et al. (2022), l'adoption de méthodes contractuelles telles que la conception-construction (*Design-Build*) ou la réalisation intégrée de projet (*Integrated Project Delivery – IPD*) permet une meilleure gestion des

risques, car ces méthodes favorisent l'implication précoce de tous les acteurs dans le processus décisionnel, réduisant ainsi les conflits et les incertitudes, et contribuant à l'optimisation des délais. De plus, l'utilisation de la gestion proactive des risques, soutenue par des technologies comme l'intelligence artificielle et le machine learning, permet d'anticiper les problèmes potentiels avant qu'ils n'affectent les délais, offrant ainsi un outil puissant pour garantir le respect des échéances de projet (Marinelli *et al.*, 2023).

❖ Méthodes de planification avancée

L'une des pratiques clés dans l'optimisation des délais est l'utilisation de méthodes de planification avancée, qui permettent de mieux prévoir les durées des différentes étapes du projet, d'identifier les tâches critiques et d'allouer les ressources de manière optimale. Parmi les méthodes les plus couramment utilisées, on trouve :

- La méthode du chemin critique (Critical Path Method, CPM) : Cette technique permet d'identifier les tâches essentielles qui déterminent la durée totale du projet. Elle aide les gestionnaires à concentrer leurs efforts sur les activités qui ne peuvent pas être retardées sans affecter l'échéancier global (Kerzner, 2021).
- La méthode PERT (Program Evaluation and Review Technique) : Cette méthode probabiliste de planification prend en compte l'incertitude dans l'estimation des délais en évaluant plusieurs scénarios (optimiste, pessimiste et probable) pour chaque tâche. Cela permet de mieux anticiper les retards potentiels (PMI, 2021).

Ces outils de planification, lorsqu'ils sont combinés avec des logiciels de gestion de projet comme Microsoft Project, Primavera P6, ou Asta Powerproject, permettent une visualisation claire de l'avancement des travaux et facilitent la prise de décision pour ajuster les calendriers si nécessaire.

❖ Utilisation des technologies de l'information

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) jouent un rôle essentiel dans l'optimisation des délais, notamment grâce à des outils tels que le Building Information Modeling (BIM). Le BIM permet de centraliser toutes les données relatives au projet (plans, calendrier, budgets, etc.) dans un modèle numérique en 3D, accessible en temps réel par toutes les parties prenantes. Cette transparence améliore considérablement la coordination entre les équipes, réduit les erreurs de communication et permet d'anticiper les conflits potentiels dans les calendriers de construction (Eastman *et al.*, 2023).

L'adoption du BIM 4D, qui intègre les délais dans le modèle BIM, permet une planification dynamique du projet, où les tâches et leur séquençement peuvent être visualisés en temps réel. Cette technologie permet non seulement de suivre l'avancement des travaux, mais aussi de simuler l'impact de différents scénarios de planification, offrant ainsi une meilleure flexibilité dans la gestion des délais.

❖ Gestion proactive des risques

L'optimisation des délais est étroitement liée à la gestion proactive des risques. La gestion des risques permet de minimiser les retards en anticipant les événements imprévus qui pourraient affecter le calendrier du projet. En 2024, les gestionnaires de projet mettent de plus en plus l'accent sur une approche intégrée de la gestion des risques, où les risques sont identifiés, évalués et atténués dès la phase de planification (Hillson & Simon, 2022). Cela implique:

- L'identification des risques critiques : Les risques les plus susceptibles d'affecter les délais sont identifiés et analysés, tels que les problèmes de ressources, les

retards dus aux fournisseurs, ou les contraintes réglementaires.

- La planification de réponses : Des plans de contingence sont élaborés pour chaque risque identifié, afin de minimiser son impact potentiel sur le calendrier.
- La réévaluation continue des risques : Les risques sont surveillés tout au long du projet pour s'assurer que les réponses planifiées sont efficaces et pour ajuster les stratégies si nécessaire (Smith, 2022).

❖ Techniques d'accélération de projet

Dans les cas où les délais deviennent critiques, les gestionnaires de projet peuvent recourir à des techniques d'accélération pour compenser les retards :

- Chevauchement des tâches (*fast-tracking*): Cette méthode consiste à réaliser en parallèle des tâches qui étaient initialement prévues pour être effectuées de manière séquentielle. Bien que cela puisse réduire les délais, cela augmente également les risques de chevauchements et de reprise des travaux (*rework*), et doit donc être utilisé avec prudence (PMI, 2021).
- Compression des délais (*crashing*): La compression des délais consiste à ajouter des ressources supplémentaires sur des tâches critiques afin de réduire leur durée. Cette méthode permet de réduire les délais, mais elle peut entraîner une augmentation significative des coûts. Elle est généralement utilisée en dernier recours lorsque des retards importants menacent la livraison du projet.

❖ Méthodes contractuelles favorisant l'optimisation des délais

Les méthodes contractuelles jouent également un rôle capital dans l'optimisation des délais. En particulier, les contrats de type conception-construction (*Design-Build*) et réalisation intégrée de projet (*Integrated Project Delivery – IPD*) sont largement adoptés

en 2025 en raison de leur capacité à favoriser une meilleure collaboration entre les parties prenantes. Ces contrats permettent d'intégrer les concepteurs, les ingénieurs, les entrepreneurs et les clients dès les premières étapes du projet, réduisant ainsi les délais de communication et permettant une prise de décision plus rapide (Minchin et al., 2013).

La conception-construction permet d'éliminer les cloisonnements entre la phase de conception et la phase de construction, réduisant ainsi les délais globaux grâce à l'intégration de ces deux étapes. La réalisation intégrée de projet met en place une collaboration transparente entre tous les acteurs, avec un partage des risques et des bénéfices, favorisant ainsi l'optimisation des délais par la réduction des conflits et des retards liés à la coordination.

2.1.4 Facteurs et variables retenus

Ainsi, l'optimisation des délais dans les projets de construction, plusieurs facteurs et variables clés influencent directement la capacité à respecter les échéances tout en maintenant la qualité et le coût du projet. L'identification de ces facteurs et variables est cruciale pour développer des stratégies efficaces de gestion des délais. En 2024, avec l'évolution des technologies et des méthodes de gestion de projet, ces éléments doivent être considérés dans une approche systémique, prenant en compte l'interaction entre différents aspects du projet.

Les principaux facteurs et variables retenus dans l'analyse de l'optimisation des délais peuvent être classés en quatre grandes catégories : humains, technologiques, organisationnels et environnementaux. Selon la définition courante, un *facteur* désigne un élément ou une condition qui influence un phénomène, tandis qu'une *variable* correspond

à un élément mesurable dont la valeur peut varier en fonction du contexte ou de l'évolution du projet. Par exemple, la compétence des équipes est un facteur humain, tandis que le taux de rotation du personnel constitue une variable associée à ce facteur.

Les recherches récentes, notamment celles relatives à la gestion des risques (Hillson & Simon, 2022) et à la gestion des projets complexes (Kerzner, 2021a), ont clairement démontré que ces catégories de facteurs et les variables qui y sont associées ont une influence directe et mesurable sur les délais des projets. Ces études soulignent que, dans un contexte de construction, une approche systémique est nécessaire pour analyser l'impact combiné des facteurs humains, technologiques, organisationnels et environnementaux. La complexité et la dynamique des projets de construction modernes exigent une telle analyse multidimensionnelle, particulièrement à l'ère des nouvelles technologies et de la gestion intégrée des risques.

❖ Facteurs humains

Les variables humaines sont souvent au cœur de la performance des projets. Les compétences, l'expérience des équipes, ainsi que leur capacité à communiquer efficacement influencent directement la capacité à respecter les échéances. Selon plusieurs études (Kerzner, 2021a), une équipe qualifiée et expérimentée est mieux équipée pour résoudre rapidement les problèmes, anticiper les risques, et utiliser les technologies de manière efficace.

- Compétences et expérience de l'équipe : Les équipes ayant une expertise dans la gestion de projets complexes et l'utilisation des nouvelles technologies, comme le Building Information Modeling (BIM), sont mieux positionnées pour anticiper les

problèmes susceptibles d'affecter les délais.

- Disponibilité des ressources humaines : La disponibilité des ressources humaines qualifiées est critique pour éviter les retards dus à des goulots d'étranglement dans l'affectation du personnel (PMI, 2021).
- Communication et coordination : Une mauvaise communication entre les parties prenantes est l'un des facteurs majeurs de retard. Selon Hillson et Simon (2022), la fréquence et la qualité des échanges entre les équipes projet, les sous-traitants et les fournisseurs sont des éléments critiques pour prévenir les malentendus et les retards.

❖ Facteurs technologiques

Les avancées technologiques permettent non seulement d'améliorer la planification et la gestion des projets, mais aussi de surveiller en temps réel les activités de construction et de prévenir les retards.

- Utilisation du BIM (Building Information Modeling) : Le BIM 4D, qui intègre les dimensions temporelles, permet de visualiser les différentes étapes du projet et de simuler divers scénarios, améliorant ainsi la gestion des délais (Eastman *et al.*, 2023).
- Automatisation des processus : L'utilisation de drones et de capteurs IoT pour surveiller les sites de construction permet de suivre en temps réel l'avancement du projet et d'identifier rapidement les anomalies qui pourraient retarder les travaux (Bannerman, 2023).
- Outils de planification avancés : Les logiciels comme Primavera P6 ou Microsoft Project offrent une planification dynamique, facilitant l'allocation des

ressources et l'ajustement des calendriers en cas d'imprévu (Kerzner, 2021a).

❖ Facteurs organisationnels

Les facteurs organisationnels jouent un rôle déterminant dans l'optimisation des délais, car ils influencent directement la coordination, la réactivité et l'efficacité des processus décisionnels.

- Choix des méthodes contractuelles : L'adoption de contrats collaboratifs, tels que la conception-construction (*Design-Build*) et la réalisation intégrée de projet (*Integrated Project Delivery – IPD*), permet de mieux aligner les objectifs des différents intervenants et d'intégrer plus tôt les contributions de chacun. Cette approche réduit les délais liés aux échanges d'informations et aux ajustements, tout en limitant les risques de conflits (Minchin et al., 2013).
- Gestion proactive des risques : L'intégration d'un processus d'identification et d'évaluation des risques dès les premières étapes du projet, suivie de la mise en œuvre de mesures d'atténuation, contribue à limiter les retards causés par des imprévus (Hillson & Simon, 2022).
- Structure organisationnelle et prise de décision : Une organisation favorisant l'autonomie décisionnelle des équipes opérationnelles sur le terrain permet de réduire considérablement les délais de validation. La décentralisation de la gestion de projet améliore la réactivité, surtout dans des environnements complexes ou à forte incertitude (Kerzner, 2021).

❖ Facteurs environnementaux

Les facteurs environnementaux externes, tels que les conditions climatiques et les

contextes réglementaires, ont également un effet direct sur les calendriers des projets de construction.

- Contexte réglementaire : Les retards dans l'obtention des autorisations peuvent gravement impacter les calendriers des projets. La complexité des démarches administratives et la réactivité des autorités locales sont des variables critiques à prendre en compte (PMI, 2021).

- Conditions climatiques : Dans certains contextes géographiques, les conditions météorologiques imprévues peuvent entraîner des retards importants si elles ne sont pas anticipées lors de la planification (Bannerman, 2023).

- Influences économiques : Les fluctuations du coût des matériaux ou les pénuries peuvent affecter la capacité à respecter les délais prévus, rendant ainsi une planification proactive encore plus nécessaire (Kerzner, 2021).

Table 6: Synthétique des facteurs et variables impactant l'optimisation des délais

Catégories de facteurs	Variables mesurables	Impact sur l'optimisation des délais	Auteurs
Facteurs humains	- Nombre moyen d'années d'expérience de l'équipe- Taux de formation/certification en gestion de projet- Ratio ressources disponibles / ressources requises- Fréquence des réunions de coordination	Expérience et compétences élevées permettent une meilleure anticipation des risques et résolution rapide des problèmes. Une disponibilité adéquate des ressources humaines évite les goulots d'étranglement. La communication régulière réduit les retards.	Hillson, 2022 ; Kerzner, 2021a ; PMI, 2021
Facteurs technologiques	- Taux d'utilisation du BIM 4D sur le projet- Nombre de processus	Le BIM 4D facilite la visualisation et la simulation des	Eastman et al., 2023 ; Marinelli et

	automatisés (drones, IoT)- Nombre d'itérations de planification par mois	scénarios. L'automatisation permet une détection rapide des anomalies. Les outils avancés favorisent une planification dynamique et réactive.	al., 2023 ; Love & Edwards, 2018
Facteurs organisationnels	- Pourcentage de contrats de type conception-construction ou réalisation intégrée- Nombre de risques identifiés avant le lancement- Délai moyen de prise de décision	Les méthodes contractuelles collaboratives réduisent les délais grâce à une prise de décision accélérée. Une gestion proactive des risques limite les imprévus. Une structure décentralisée raccourcit le temps de validation.	Smith et al., 2022 ; Hillson, 2022 ; Kerzner, 2021a

Facteurs environnementaux	- Nombre de jours d'arrêt dus aux intempéries-	Les contextes réglementaires	PMI, 2021 ;
	Délai moyen d'obtention des autorisations réglementaires- Variation annuelle moyenne du prix des matériaux	complexes, les aléas climatiques et les fluctuations économiques influencent directement le respect des délais.	Bannerman, 2023 ; Kerzner, 2021a

2.2 Mise en évidence des relations entre les facteurs

2.2.1 Relation entre gestion et l'optimisation des risques et optimisation des délais

La gestion des risques et l'optimisation des délais sont deux piliers essentiels de la gestion de projet, en particulier dans les projets de construction où les imprévus peuvent avoir des conséquences majeures sur la durée du projet. En 2024, avec la complexification croissante des projets de construction, la relation entre ces deux éléments devient de plus en plus évidente. La gestion proactive des risques permet non seulement de minimiser les interruptions et les retards, mais aussi d'optimiser l'efficacité globale du projet en anticipant les obstacles potentiels avant qu'ils ne se matérialisent.

❖ L'importance d'une gestion proactive des risques pour les délais

La gestion des risques est cruciale pour préserver les délais d'un projet, en anticipant les événements qui pourraient perturber le calendrier. Une étude récente menée par Floricel et Miller (2023) a démontré que les projets de construction intégrant une gestion proactive

des risques dès les premières phases de planification présentent une probabilité 30 % plus élevée de respecter les délais. Cela implique une identification systématique des risques, leur évaluation en termes de probabilité et d'impact, ainsi que l'élaboration de stratégies d'atténuation.

En effet, d'autres recherches, telles que celles de Fang, Zhao, et Wang (2020), soulignent que l'une des principales causes de retard dans les projets de construction est l'absence d'une gestion proactive et structurée des risques, notamment en ce qui concerne les risques externes, comme les conditions climatiques et les changements réglementaires. Une gestion proactive des risques permet de développer des plans de contingence solides et de limiter les interruptions dues aux imprévus. En anticipant ces risques et en adaptant les stratégies en conséquence, les gestionnaires de projet réduisent considérablement les perturbations dans le calendrier global du projet.

❖ **La gestion des risques comme levier de flexibilité dans les délais**

La gestion des risques ne se limite pas à l'identification et à l'atténuation des menaces ; elle permet également d'introduire une plus grande flexibilité dans la gestion des délais. Selon Chapman et Ward (2021), une approche rigide de la gestion des délais, sans prise en compte des risques dynamiques, peut conduire à des retards non anticipés. En revanche, une gestion flexible et agile des risques permet de réévaluer et de réajuster les calendriers en fonction de l'évolution des risques. Cette approche adaptative est particulièrement importante dans les projets complexes, où les conditions peuvent évoluer rapidement.

En 2025, des outils technologiques avancés comme l'intelligence artificielle (IA) et l'apprentissage machine permettent aux gestionnaires de projet d'identifier plus efficacement les risques et de prédire leurs impacts sur le calendrier. Ces technologies,

couplées à des méthodes de simulation comme l'analyse Monte Carlo, permettent de visualiser différents scénarios et d'ajuster les calendriers en conséquence, ce qui contribue à une gestion plus fluide et plus réactive des délais (Bannerman, 2023).

❖ **Corrélation entre la gestion des risques et l'amélioration des performances temporelles**

Il existe une corrélation importante entre une gestion efficace des risques et l'amélioration des performances temporelles dans les projets de construction. En gérant activement les risques, les gestionnaires de projet peuvent non seulement réduire les chances de retards, mais aussi découvrir des opportunités pour optimiser certains aspects du projet. Des recherches récentes soulignent que les entreprises qui mettent en œuvre des stratégies d'atténuation des risques rigoureuses, telles que la répartition proactive des risques avec les sous-traitants et l'adoption de méthodes contractuelles flexibles (par exemple, Design-Build ou IPD), peuvent améliorer significativement le respect des délais de projet (Amoah *et al.*, 2021).

De plus, la gestion des risques joue un rôle crucial dans la prise de décision. En ayant une vision claire des risques, les gestionnaires peuvent prioriser les tâches critiques et réallouer les ressources de manière stratégique pour éviter les goulots d'étranglement susceptibles d'entraîner des retards. Cette approche proactive permet une meilleure gestion des ressources, ce qui, à son tour, optimise les délais en facilitant la flexibilité et le chevauchement des phases du projet (Pinto & Slevin, 2023).

2.2.2 Relation entre gestion des risques et pratiques de gestion de projet

La gestion des risques et les pratiques de gestion de projet sont intimement liées, car la capacité à anticiper, évaluer et répondre aux risques influence directement la performance

globale d'un projet, notamment dans des environnements aussi complexes que celui de la construction. En 2025, avec l'intégration croissante des technologies numériques et des méthodes collaboratives, la relation entre ces deux aspects est devenue encore plus importante pour assurer la réussite des projets, tant en termes de respect des délais que de gestion des ressources et de coûts.

❖ L'intégration de la gestion des risques dans les pratiques de gestion de projet

Une gestion efficace des risques est désormais perçue comme une composante fondamentale des pratiques de gestion de projet. Selon le Project Management Institute (PMI, 2021), la gestion des risques est un processus qui s'étend sur l'ensemble du cycle de vie du projet, depuis la phase de conception jusqu'à la livraison. Il est donc essentiel que les pratiques de gestion de projet intègrent la gestion des risques dès le début du processus pour maximiser la probabilité de succès du projet.

Les modèles de gestion de projet traditionnels, comme le modèle en cascade (Waterfall), étaient souvent axés sur la planification linéaire, ce qui ne laissait pas beaucoup de place à l'anticipation des risques. Cependant, avec la montée en puissance des approches agiles et des modèles hybrides, la gestion des risques est devenue une priorité continue, intégrée dans chaque phase du projet. Dans ces modèles, les risques sont régulièrement évalués, et les ajustements sont apportés en fonction des changements dans le projet ou l'environnement externe (Schwaber & Sutherland, 2020). Cela permet une meilleure réactivité et une adaptation plus rapide face aux imprévus.

❖ L'impact de la gestion des risques sur la performance des pratiques de gestion de projet

La gestion proactive des risques améliore les pratiques de gestion de projet en renforçant la capacité à atteindre les objectifs du projet tout en minimisant les perturbations. Les projets de construction, en particulier, sont exposés à une série de risques internes et externes, allant des problèmes techniques aux conditions météorologiques défavorables, en passant par les fluctuations économiques (Bannerman, 2023). Une gestion proactive de ces risques aide à identifier les menaces avant qu'elles ne se matérialisent, permettant ainsi aux gestionnaires de projet de prendre des décisions éclairées et d'ajuster les pratiques de gestion pour maintenir le projet sur la bonne voie.

Kerzner (2021a) soutient que l'intégration de la gestion des risques dans les pratiques de gestion de projet permet de renforcer la performance du projet dans trois domaines clés :

Amélioration de la prise de décision : En fournissant une vue d'ensemble des risques, la gestion des risques aide à prioriser les tâches et les ressources de manière plus efficace.

Réduction des coûts : Les risques mal gérés peuvent entraîner des retards coûteux et des dépassements budgétaires. Une gestion proactive des risques permet de limiter ces problèmes en mettant en place des mesures correctives dès les premiers signes de déviation.

Amélioration de la collaboration entre les parties prenantes : La gestion des risques encourage une communication régulière et transparente entre les parties prenantes, ce qui est essentiel pour résoudre les problèmes de manière collaborative et éviter les malentendus qui pourraient affecter le calendrier ou les livrables du projet (PMI, 2021).

❖ **Approches contractuelles et gestion des risques**

Les approches contractuelles modernes, comme le Design-Build et l'Integrated Project Delivery (IPD), ont redéfini la manière dont les risques sont partagés entre les parties

prenantes et ont ainsi une influence directe sur les pratiques de gestion de projet. Dans ces cadres, les risques sont gérés de manière collective, ce qui favorise une plus grande collaboration entre les parties prenantes. Selon Walker et Rowlinson (2023), cette approche collaborative réduit les tensions et permet une meilleure anticipation des risques, améliorant ainsi la flexibilité des pratiques de gestion de projet.

❖ Gestion des opportunités : Un élément clé de l'optimisation des pratiques de gestion de projet

Au-delà de la gestion des menaces, la gestion des opportunités est un aspect souvent négligé de la gestion des risques. Les opportunités représentent des risques positifs qui, s'ils sont bien gérés, peuvent conduire à des gains en termes de délais, de coûts ou de qualité. Hillson et Simon (2022) soulignent que l'intégration de la gestion des opportunités dans les pratiques de gestion de projet permet non seulement de minimiser les risques négatifs, mais aussi d'optimiser les performances du projet en exploitant des occasions favorables.

Par exemple, dans le cadre de la gestion des risques et des pratiques de gestion de projet, une opportunité pourrait consister à utiliser une nouvelle technologie plus efficace, ou à ajuster les méthodes de travail en fonction de l'évolution rapide des conditions de chantier.

En reconnaissant et en capitalisant sur ces opportunités, les gestionnaires de projet peuvent améliorer les résultats tout en restant flexibles face aux imprévus.

Alors, la gestion des risques et les pratiques de gestion de projet sont intrinsèquement liées, car une gestion proactive des risques permet d'améliorer la prise de décision, de réduire les coûts, et d'améliorer la collaboration entre les parties prenantes. En intégrant des outils technologiques avancés et des méthodes contractuelles collaboratives, les gestionnaires

de projet peuvent mieux anticiper les risques et ajuster leurs pratiques en fonction des défis rencontrés. L'évolution vers des modèles hybrides et agiles favorise également une gestion plus réactive et proactive des risques, permettant d'optimiser la performance globale des projets de construction.

2.2.3 Relation entre optimisation des délais et pratiques de gestion de projet

L'optimisation des délais est l'un des objectifs les plus importants dans la gestion de projet, particulièrement dans des secteurs complexes comme la construction, où les retards peuvent avoir des conséquences financières et opérationnelles importantes. Les pratiques de gestion de projet jouent un rôle essentiel dans l'atteinte de cet objectif, car elles fournissent les structures, outils et méthodes permettant de mieux planifier, exécuter et ajuster les activités du projet pour respecter les délais convenus. En 2025, l'évolution des pratiques de gestion de projet, combinée à l'intégration des technologies numériques, renforce la capacité des gestionnaires à optimiser les délais et à s'adapter aux imprévus.

❖ La planification proactive comme fondement de l'optimisation des délais

L'une des premières pratiques essentielles de gestion de projet liée à l'optimisation des délais est la planification proactive. Selon Kerzner (2021a), la réussite de la gestion des délais repose avant tout sur une planification minutieuse et réaliste dès les phases initiales du projet. Les méthodologies de gestion de projet telles que le Critical Path Method (CPM) et le Program Evaluation Review Technique (PERT) permettent de cartographier le calendrier du projet, d'identifier les activités critiques qui déterminent la durée totale du projet, et de prévoir les éventuels retards. Ces outils sont largement utilisés pour anticiper les goulots d'étranglement et établir des priorités pour l'allocation des ressources.

En outre, des outils numériques comme Primavera P6 et Microsoft Project facilitent la gestion dynamique des délais, offrant aux gestionnaires de projet une visibilité en temps réel sur l'état d'avancement du projet et permettant des ajustements rapides en cas de déviations par rapport aux calendriers initiaux. Cette gestion proactive aide à garantir que les tâches clés sont suivies de manière rigoureuse et que les retards peuvent être identifiés et résolus rapidement (PMI, 2021).

❖ Les approches agiles et hybrides pour une meilleure optimisation des délais

Avec l'évolution des projets modernes, les méthodes agiles et hybrides ont démontré leur efficacité dans l'optimisation des délais, en particulier dans des environnements de projet complexes et incertains. Contrairement aux méthodes traditionnelles de gestion de projet, les approches agiles permettent une plus grande flexibilité et réactivité, en divisant le projet en petites itérations ou "sprints". À chaque sprint, des ajustements peuvent être apportés en fonction des résultats obtenus, ce qui permet de gérer les imprévus plus efficacement et de réduire les risques de retards majeurs (Schwaber & Sutherland, 2020). L'approche hybride, qui combine des éléments de méthodes prédictives (comme le Waterfall) et des approches agiles, offre aux gestionnaires de projet la possibilité de planifier rigoureusement les parties stables du projet tout en restant flexibles face aux ajustements nécessaires. Selon Walker et Rowlinson (2023), cette méthode est particulièrement efficace dans les projets de construction, où certaines phases (comme la conception et la planification des infrastructures) nécessitent une rigueur prévisionnelle, tandis que d'autres (comme la gestion des sous-traitants ou des imprévus sur site) bénéficient d'une approche plus flexible.

❖ **L'intégration des nouvelles technologies pour améliorer la gestion des délais**

L'optimisation des délais est également facilitée par l'utilisation croissante des technologies numériques dans la gestion de projet. Des outils comme le Building Information Modeling (BIM), et plus spécifiquement le BIM 4D, permettent une visualisation en temps réel de l'évolution des délais, intégrant les informations temporelles dans le modèle de construction. Le BIM 4D offre aux gestionnaires une vue claire des interdépendances entre les tâches et permet d'identifier les points de conflit dans les calendriers avant qu'ils ne deviennent des problèmes critiques (Eastman *et al.*, 2023).

Les technologies de l'intelligence artificielle (IA) et de l'automatisation des processus sont également de plus en plus utilisées pour optimiser les délais. Par exemple, des systèmes d'IA peuvent analyser les données de projets antérieurs pour prévoir les retards potentiels et proposer des ajustements aux calendriers en fonction des risques identifiés (Bannerman, 2023). Ces outils permettent non seulement une planification plus précise, mais aussi une exécution plus efficace des tâches, en réduisant les erreurs humaines et en optimisant l'utilisation des ressources.

❖ **Le rôle de la gestion des ressources dans l'optimisation des délais**

L'optimisation des délais est fortement influencée par la manière dont les ressources sont allouées et gérées au cours du projet. Des méthodes telles que la gestion des capacités et la planification des ressources permettent de s'assurer que les bonnes personnes et les bons équipements sont disponibles au bon moment pour exécuter les tâches critiques. Par exemple, l'utilisation d'outils de gestion des ressources dans des logiciels comme Asta Powerproject permet aux gestionnaires de suivre en temps réel l'affectation des

ressources, d'anticiper les pénuries potentielles et de réaffecter les équipes ou le matériel en fonction des priorités du projet (Kerzner, 2021a).

❖ **Pratiques contractuelles et optimisation des délais**

Le Design-Build, par exemple, réduit considérablement le temps entre la phase de conception et celle de construction en réunissant les deux sous un même contrat. Cela élimine les retards associés à la transmission d'informations entre les équipes de conception et de construction et favorise une collaboration étroite entre les parties prenantes dès les premières étapes du projet (Walker & Rowlinson, 2023).

De son côté, l'IPD se distingue par sa capacité à aligner les objectifs des différents acteurs du projet grâce à des mécanismes de partage des risques et des bénéfices. Cette approche collaborative permet de réduire les frictions qui pourraient entraîner des retards et encourage une communication continue et transparente, contribuant ainsi à une meilleure gestion des délais tout au long du projet (Walker & Rowlinson, 2023).

La relation entre l'optimisation des délais et les pratiques de gestion de projet est fondamentale pour assurer le succès des projets, en particulier dans le secteur de la construction. Une planification proactive, combinée à des approches agiles et hybrides, offre aux gestionnaires de projet la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux imprévus tout en respectant les délais. L'intégration des technologies numériques, la gestion efficace des ressources et l'adoption de méthodes contractuelles modernes favorisent également l'optimisation des délais, garantissant que les projets sont livrés dans les délais impartis et avec une efficacité maximale.

CHAPITRE 3

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Ce chapitre présente l'approche méthodologique adoptée pour conduire la présente recherche. Il commence par clarifier le positionnement épistémologique de l'étude, en explicitant le paradigme de recherche retenu et les fondements théoriques qui guident l'analyse. L'objectif est d'assurer la cohérence entre la problématique posée, les objectifs visés et les méthodes employées. Ensuite, les différentes théories mobilisées sont exposées, permettant de structurer l'analyse des données secondaires. Le chapitre détaille par la suite les niveaux et unités d'analyse, les types de données exploitées, ainsi que les outils méthodologiques utilisés pour extraire et interpréter les informations pertinentes. Ce cadrage rigoureux permet de garantir la validité scientifique du travail, en alignant les choix méthodologiques avec les exigences d'une recherche analytique appliquée au secteur de la construction.

3.1 Positionnement méthodologique de la recherche

Ce travail de recherche s'inscrit dans une démarche analytique fondée sur l'exploitation de données secondaires. Afin de garantir une cohérence épistémologique et méthodologique, cette section précise le paradigme de recherche adopté, les fondements théoriques mobilisés pour structurer l'analyse, ainsi que le positionnement de cette recherche dans le champ scientifique existant. Le choix d'une analyse documentaire s'est imposé en raison de l'abondance et de la richesse des études récentes disponibles sur la gestion des risques et l'optimisation des délais dans le secteur de la construction, permettant ainsi une investigation rigoureuse à partir de sources fiables, variées et validées

3.1.1 Paradigme de recherche

La recherche adopte un paradigme positiviste, en adéquation avec son objectif principal : analyser de manière rigoureuse et objectivable les relations entre pratiques de gestion des risques, approches contractuelles, technologies numériques et performance temporelle des projets de construction. Le paradigme positiviste repose sur la présomption que la réalité peut être comprise à partir d'observations empiriques objectives et que les relations entre phénomènes peuvent être systématisées sous forme de lois ou de régularités (Saunders *et al.*, 2019).

Ce positionnement épistémologique s'avère pertinent dans la mesure où l'étude vise à tester des hypothèses issues de la littérature existante à partir d'une revue systématique de données secondaires. Ce choix permet de dégager des corrélations empiriques entre variables clairement identifiées, comme les outils de planification, les modèles de gouvernance ou encore les pratiques collaboratives, et leur impact sur la performance temporelle des projets (Creswell & Creswell, 2022).

Dans ce contexte, le recours au positivisme permet de mobiliser des analyses documentaires quantitatives et qualitatives, en s'appuyant sur des sources scientifiques robustes et des résultats généralisables issus d'études menées sur divers projets internationaux (Yin, 2018).

3.1.2 Justification du cadre théorique mobilisé

Le cadre théorique mobilisé dans cette recherche s'appuie sur quatre piliers complémentaires:

- o La théorie de la gestion des risques,
- o La théorie du management de projet,

- o La théorie de l'optimisation des délais,
- o Et la théorie des parties prenantes.

Chacune de ces approches théoriques permet de couvrir un angle spécifique de l'objet de recherche.

La gestion des risques constitue un champ incontournable dans l'étude des performances de projet. Les auteurs comme Hillson et Simon (2022) ou Bannerman (2023) insistent sur l'importance d'une gestion proactive et intégrée des risques pour garantir le respect des délais dans les environnements incertains. Ce cadre permet d'identifier les risques, d'évaluer leur probabilité d'occurrence et d'en anticiper les impacts sur les jalons temporels du projet.

En parallèle, la théorie du management de projet fournit les fondements opérationnels pour organiser, planifier et exécuter les projets selon des standards reconnus (PMI, 2021).

Elle soutient notamment l'utilisation de méthodes rigoureuses comme la méthode du chemin critique (CPM) ou les cycles de planification agile, qui permettent de gérer efficacement les ressources et de réagir aux imprévus.

La théorie de l'optimisation des délais, quant à elle, éclaire les leviers spécifiques permettant de réduire les temps d'exécution, notamment via l'usage des technologies comme le BIM 4D, l'intelligence artificielle ou l'IoT (Eastman *et al.*, 2023 ; McKinsey Global Institute, 2020). Cette approche insiste sur la transformation numérique comme facteur d'efficacité temporelle.

Enfin, la théorie des parties prenantes (Freeman, 2010) permet d'intégrer une dimension organisationnelle et relationnelle, en analysant l'impact de la coordination et de la communication entre les différents acteurs du projet sur la performance globale. Les

approches contractuelles collaboratives telles que l'IPD ou le Design-Build sont notamment analysées à travers cette grille.

La combinaison de ces quatre cadres théoriques permet ainsi une lecture transversale et systémique de la problématique, en croisant les facteurs techniques, organisationnels et humains.

3.1.3 Positionnement de la recherche dans la littérature existante

Cette étude s'inscrit dans la continuité des recherches récentes sur la performance des projets de construction, tout en cherchant à combler certaines lacunes identifiées dans la littérature. Plusieurs travaux empiriques, tels que ceux de Loosemore et al. (2019) ou Floricel & Miller (2023), ont mis en évidence l'importance de la gestion des risques et de la planification numérique dans l'amélioration des délais.

Toutefois, la majorité des études disponibles sont sectoriellement ou géographiquement limitées, portant principalement sur de grands projets situés en Amérique du Nord, en Europe ou en Asie. Très peu de recherches intègrent des contextes émergents ou des projets à moyenne échelle, notamment dans des environnements instables (Hillson, 2022). Ce mémoire se positionne donc comme une tentative de synthèse intégrée, en mobilisant des sources issues de différents continents, secteurs et types de projets.

Par ailleurs, contrairement à certaines approches centrées uniquement sur la technologie (comme le BIM), cette recherche adopte un prisme pluridisciplinaire, en croisant les approches de gouvernance contractuelle, les dimensions techniques, et les considérations managériales liées à la gestion des risques. Elle vient ainsi enrichir la compréhension des interactions systémiques entre pratiques de gestion et performance temporelle, à travers un cadre théorique consolidé et une méthodologie d'analyse secondaire rigoureuse.

3.2 Cadre théorique mobilisé

Cette section décrit les principales théories mobilisées pour structurer l'analyse secondaire. Elles permettent de construire une grille de lecture cohérente des pratiques de gestion des risques et de l'optimisation des délais dans les projets de construction. Chaque théorie est contextualisée en fonction de son utilité analytique.

3.2.1 Théorie de la gestion des risques

La théorie de la gestion des risques est centrale à cette recherche, en tant qu'outil permettant de minimiser les impacts négatifs sur les délais des projets de construction. Selon Bannerman (2023), la gestion des risques repose sur l'identification, l'analyse, et la mitigation des risques tout au long du cycle de vie d'un projet. Cette approche inclut des stratégies visant à anticiper à la fois les risques externes (environnementaux, législatifs, etc.) et internes (techniques, humains) susceptibles de perturber les calendriers de projet. Cette recherche s'appuie également sur les travaux de Hillson et Simon (2022), qui soulignent l'importance d'une gestion proactive des risques pour améliorer les performances des projets. Le cadre théorique proposé articule la gestion des risques avec l'optimisation des délais, dans une logique où une anticipation rigoureuse permet d'éviter ou de réduire les retards.

3.2.2 Théorie du management de projet

La théorie du management de projet, notamment à travers les pratiques recommandées par le Project Management Institute (PMI), constitue une autre base théorique essentielle. Le PMI (2021) propose une gestion rigoureuse des délais, coûts et qualité dans les projets de construction. Cette approche est particulièrement pertinente pour analyser comment des méthodes comme la méthode du chemin critique (CPM) ou la méthode PERT

permettent d'optimiser les délais à travers une meilleure priorisation des tâches et une répartition efficace des ressources. Des approches contemporaines mettent également en lumière l'importance des pratiques agiles et hybrides dans le management de projet. Selon Schwaber et Sutherland (2020), les méthodes agiles apportent une flexibilité nécessaire face aux imprévus, réduisant ainsi les risques de retards. Cette dimension sera analysée dans cette recherche, notamment à traverses projets de construction complexes où les ajustements rapides sont fréquents.

3.2.3 Théorie de l'optimisation des délais

La théorie de l'optimisation des délais s'intéresse à la manière dont les projets peuvent être livrés plus rapidement sans compromettre la qualité ou augmenter significativement les coûts. Eastman et al. (2023) mettent en avant le rôle croissant des technologies numériques, comme le Building Information Modeling (BIM), qui permet de planifier, suivre et ajuster les calendriers en temps réel. En particulier, le BIM 4D, qui intègre les dimensions temporelles dans les modèles numériques de construction, est reconnu pour sa capacité à améliorer la coordination entre les parties prenantes et à réduire les retards. Les innovations technologiques, telles que l'intelligence artificielle et l'automatisation, jouent un rôle majeur dans l'optimisation des délais. Selon Bannerman (2023), l'intégration de ces technologies dans les projets de construction permet une meilleure allocation des ressources et une anticipation plus précise des risques potentiels, facilitant ainsi la gestion des imprévus et la réduction des délais.

3.2.4 Théorie des parties prenantes

Enfin, la théorie des parties prenantes (Freeman, 2010) est mobilisée pour comprendre comment les intérêts divergents des acteurs (clients, sous-traitants, régulateurs, etc.)

influencent la gestion des projets et, en particulier, les délais. Une coordination et une communication efficaces entre les parties prenantes sont essentielles pour garantir que les attentes soient alignées, évitant ainsi les conflits qui peuvent conduire à des retards. Walker et Rowlinson (2023) soulignent que les approches collaboratives, telles que l'Integrated Project Delivery (IPD), réduisent ces tensions en favorisant un partage des risques et des bénéfices, améliorant ainsi la performance temporelle des projets.

3.3 Niveaux et unités d'analyse retenus

L'étude adopte une approche multiscalaire en combinant plusieurs niveaux d'analyse pour examiner les facteurs influençant l'optimisation des délais dans les projets de construction. Le niveau d'analyse principal est centré sur le projet, tout en tenant compte des dynamiques organisationnelles et sectorielles qui façonnent l'environnement des projets de construction.

- Niveau d'analyse : Le niveau projet constitue l'échelle principale d'investigation, car les projets de construction sont des entités uniques où l'interaction entre les délais, les ressources, les technologies, et les parties prenantes peut être directement observée. Chaque projet présente des défis spécifiques, liés à sa taille, sa complexité et son environnement, qui nécessitent une gestion rigoureuse des délais (Turner & Müller, 2021). L'analyse organisationnelle se concentre sur la manière dont les entreprises de construction structurent leurs processus de gestion de projet, y compris la gestion des risques et l'intégration des technologies comme le BIM.
- Unités d'analyse : Les projets spécifiques représentent l'unité d'analyse centrale. Ils permettent d'observer les interactions entre les délais, la gestion des risques, et les technologies utilisées dans des contextes variés, qu'il s'agisse de projets d'infrastructure

ou de bâtiments complexes. Chaque projet est étudié dans sa spécificité, notamment en termes de taille, de durée et de localisation géographique. Les équipes de gestion de projet constituent une autre unité d'analyse essentielle. Les performances des équipes, leur expérience et leur capacité à collaborer influencent fortement la gestion des délais. Selon Bannerman (2023), les équipes qui adoptent des pratiques de collaboration améliorées, notamment grâce aux technologies numériques comme le BIM ou les outils de gestion collaborative, parviennent à mieux gérer les imprévus et à optimiser les délais. Enfin, l'intégration des technologies utilisées dans la gestion de projet est également un axe clé de l'analyse. L'utilisation de solutions telles que le BIM 4D pour la modélisation des délais ou l'intelligence artificielle pour l'analyse prédictive des risques est étudiée en profondeur pour évaluer leur contribution à l'optimisation des calendriers de projet (Eastman *et al.*, 2023).

3.4 Type de données utilisées

La méthodologie de cette recherche repose exclusivement sur l'exploitation de données secondaires, c'est-à-dire des données déjà collectées, analysées ou publiées dans le cadre d'autres travaux scientifiques, professionnels ou institutionnels. Cette approche est cohérente avec l'orientation déductive de la recherche, visant à valider des hypothèses théoriques à partir d'exemples réels documentés (Saunders *et al.*, 2019).

L'analyse s'appuie ainsi sur des données accessibles publiquement ou disponibles via des plateformes académiques et professionnelles reconnues pour leur fiabilité. Cette pluralité de sources permet une triangulation des informations, augmentant la validité des conclusions (Kerzner, 2021).

Types de données mobilisées:

- ✓ Articles scientifiques
- ✓ Les articles utilisés proviennent de revues scientifiques spécialisées dans les domaines suivants :
 - Management de projet,
 - Génie civil,
 - Ingénierie de la construction.

Revue scientifique référencée :

- Automation in Construction (Elsevier),
- International Journal of Project Management (Elsevier),
- Journal of Construction Engineering and Management (ASCE),
- Construction Innovation (Emerald),
- Engineering, Construction and Architectural Management (Emerald),
- Lean Construction Journal.

Mots-clés utilisés dans les bases de données: *"risk management", "schedule performance", "construction delay", "BIM 4D", "agile project delivery", "Design-Build", "Integrated Project Delivery (IPD)", "AI in construction project management", "resource optimization"*.

- Ouvrages spécialisés

Des livres de référence en gestion de projet (Kerzner, 2021 ; PMI, 2021) et en gestion des risques (Hillson & Simon, 2022) sont utilisés pour étayer les fondements théoriques et illustrer les bonnes pratiques. Ces ouvrages ont servi à encadrer les concepts théoriques et à illustrer les meilleures pratiques.

- Études de cas documentées

Plus de 12 études de cas ont été sélectionnées à partir de bases telles que ScienceDirect, SpringerLink, ASCE Library et Scopus, portant sur :

- Projets hospitaliers (Design-Build vs IPD),
- Infrastructures publiques (routes, aéroports),
- Bâtiments industriels à forte composante technologique.

Critères de sélection des cas :

- Présence de données sur les retards,
- Comparaison entre méthodes contractuelles,
- Utilisation de technologies de planification.

Exemple: Étude comparative de projets routiers IPD vs Conception-Soumission-Construction (Design-Bid-Build) publiée dans Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 2020.

- Bases de données professionnelles

Les bases exploitées comprennent :

- McKinsey Global Institute : pour des statistiques globales sur les retards de projets dans le secteur de la construction.
- PMI Pulse of the Profession : pour les tendances sur les pratiques de gestion de projet.
- World Economic Forum Reports : sur la performance des infrastructures dans le monde.

- Rapports institutionnels

Les institutions internationales telles que la Banque Mondiale, l'OCDE ou le FMI publient régulièrement des rapports sur la performance des infrastructures, la gouvernance des

projets publics ou encore les contraintes réglementaires qui influencent les délais. Ces rapports sont utilisés pour intégrer une dimension macroéconomique et contextuelle à l'analyse.

- Revues sectorielles et techniques

Des sources comme Engineering News Record, Construction Management Journal, ou Lean Construction Institute Reports offrent des études appliquées et des retours d'expérience terrain, souvent absents des publications académiques. Elles permettent de capter les pratiques émergentes, notamment en matière de technologies numériques et de méthodes collaboratives.

- Justification de l'usage de données secondaires

L'utilisation de données secondaires présente plusieurs avantages méthodologiques :

- Gain de temps et d'efficacité dans la collecte de données fiables et déjà validées
- Accès à des données diversifiées (quantitatives et qualitatives) couvrant une large période ou un grand nombre de projets
- Comparabilité entre différentes études de cas ou contextes
- Possibilité d'analyse rétrospective pour identifier des tendances temporelles

Toutefois, pour garantir la rigueur de l'analyse, chaque source de donnée fera l'objet d'une évaluation critique de sa fiabilité, de son origine, et de sa méthodologie (Yin, 2018).

3.5 Méthode de sélection des données

Dans le cadre d'une recherche fondée exclusivement sur des données secondaires, la rigueur dans la sélection des sources revêt une importance capitale pour assurer la qualité,

la validité et la fiabilité des résultats. La méthodologie adoptée s'inscrit dans une logique déductive (Saunders *et al.*, 2019), reposant sur l'analyse de documents existants afin de tester des hypothèses préalablement formulées dans le chapitre 2.

Les données sélectionnées proviennent de documents à texte intégral librement accessibles en ligne ou via des bases académiques, et répondent à quatre critères principaux :

➤ Pertinence thématique

Seules les sources en lien direct avec les problématiques de recherche ont été retenues, notamment :

- L'optimisation des délais dans les projets de construction
- Les pratiques de gestion des risques, tant réactives que proactives
- Les méthodes contractuelles collaboratives (Design-Build, IPD, etc.)
- L'utilisation des technologies numériques comme le BIM,

l'intelligence artificielle, ou les outils de planification avancée

Cela garantit une cohérence étroite entre les données analysées et les hypothèses à valider (Kerzner, 2021 ; PMI, 2021).

➤ Crédibilité scientifique et institutionnelle

La priorité a été donnée aux publications académiques à comité de lecture, aux ouvrages spécialisés publiés par des éditeurs reconnus (Wiley, PMI, SAGE), ainsi qu'aux rapports produits par des institutions de référence, telles que :

- Banque Mondiale
- OCDE
- McKinsey Global Institute

- World Economic Forum
- Project Management Institute (PMI)

L'objectif est de fonder l'analyse sur des sources validées scientifiquement ou issues de la pratique professionnelle reconnue, conformément aux recommandations de Yin (2018) en matière de recherche par étude documentaire.

- Actualité des sources

Dans un souci de pertinence contextuelle, une priorité a été accordée aux sources publiées après 2018, afin de refléter l'évolution des pratiques, notamment en ce qui concerne :

- L'intégration des technologies numériques (BIM 4D, IoT, IA)
- L'émergence des modèles hybrides et agiles dans la gestion de projets de construction

- Les nouvelles pratiques en matière de gestion proactive des risques

Toutefois, certaines références théoriques classiques (Kerzner, 2021 ; Freeman, 2010) ont été conservées, en raison de leur valeur fondatrice dans la littérature scientifique.

➤ Outils d'analyse

L'analyse des données secondaires se fera par analyse de contenu thématique :

- Identification de variables récurrentes (ex. : "retards", "BIM", "gestion proactive")
- Mise en relation avec les hypothèses définies au chapitre 2
- Extraction d'exemples de cas concrets pour illustrer ou tester les hypothèses
- Classification selon les facteurs d'influence : humains, technologiques,

organisationnels, environnementaux

3.6 Liste des sources mobilisées pour l'analyse secondaire

Afin d'ancrer l'analyse dans une base théorique et empirique solide, cette recherche s'est appuyée sur une sélection rigoureuse de sources secondaires couvrant trois axes fondamentaux :

- La gestion des risques dans les projets de construction,
- L'optimisation des délais,
- Et les approches intégrées et numériques, telles que le BIM, le Lean ou l'IPD.

Ces documents incluent des ouvrages de référence, des rapports techniques, ainsi que des articles scientifiques issus de bases fiables et validées. La liste ci-dessous détaille ces sources, leur année de publication, leurs auteurs, ainsi que les liens d'accès direct aux versions complètes ou aux pages éditeurs.

Table 7: Tableau récapitulatif des sources.

Titre	Auteur(s)	Année
<i>Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling</i>	Harold Kerzner	2021 (13e éd.)
<i>Risk Management in Projects</i>	Loosemore, Raftery et al.	2019
<i>PMBOK® Guide – 7e Édition</i>	Project Management Institute (PMI)	2021
<i>Integrated Project Delivery: A Guide</i>	AIA & Lean Construction Institute	2020
<i>BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling</i>	Eastman, Teicholz et al.	2023
<i>Construction Risk Management Decision Making</i>	Flanagan & Norman	2021
<i>Agile Project Management for Construction</i>	Moura, S. & Martins, J.	2022
<i>Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers</i>	Luis Alarcón	2019

<i>Delay Analysis in Construction Contracts</i>	Keane, P. John & Caletka, A.F.	2020
<i>Risk Management and Construction</i>	Flanagan, R. & Norman, G.	2020
<i>Improving Construction Supply Chain Coordination Using BIM</i>	Love, P.E.D. & Edwards, D.J.	2018
<i>Proactive Risk Management in Construction Projects</i>	Hillson, D. & Simon, P.	2022

3.7 Techniques d'analyse

Dans le cadre de cette recherche, les techniques d'analyse des données secondaires mobilisées visent à extraire des enseignements pertinents à partir de sources académiques et professionnelles, sans recourir à une collecte de données primaires. L'objectif est de valider ou illustrer les hypothèses de recherche en croisant les résultats issus d'études existantes et en comparant leurs conclusions à la lumière du cadre théorique présenté précédemment.

➤ Analyse documentaire thématique (content analysis)

La première technique mobilisée est l'analyse documentaire thématique, qui consiste à identifier les grands thèmes récurrents dans les publications examinées. À partir des sources sélectionnées (ouvrages, articles, rapports), les éléments textuels liés à :

- La gestion proactive des risques,
- L'optimisation des délais,

- les pratiques contractuelles collaboratives,
- et les technologies numériques (BIM, IA, etc.) ont été codées et regroupées par catégories analytiques.

Cette méthode permet de dégager les facteurs explicatifs les plus fréquents et leur influence sur la performance temporelle des projets de construction, conformément aux travaux de Bardin (2013) sur l'analyse de contenu.

➤ **Approche comparative inter-étude (cross-case analysis)**

Ensuite, une approche comparative entre plusieurs études de cas et publications a été appliquée. Elle permet de:

- Comparer les résultats obtenus dans différents contextes (types de projets, zones géographiques, méthodologies employées),
- Identifier les pratiques ayant démontré une efficacité notable pour la réduction des délais,
- Distinguer les divergences ou convergences entre les auteurs.

Par exemple, les résultats de projets intégrant le BIM ou l'IPD ont été comparés à ceux issus de méthodes plus traditionnelles, pour évaluer objectivement les gains temporels observés.

➤ **Triangulation des sources**

La fiabilité des conclusions repose également sur une stratégie de triangulation, c'est-à-dire la mise en relation de plusieurs types de sources (rapports techniques, articles scientifiques, publications professionnelles) autour d'un même phénomène observé. Cela permet de réduire les biais interprétatifs et d'assurer une robustesse méthodologique.

➤ **Analyse descriptive quantitative**

Lorsque les sources fournissent des données chiffrées comparables (retards moyens, performances en délais, indicateurs de gestion des risques), une analyse descriptive simple (moyennes, écarts, taux de réussite) est mobilisée pour illustrer les tendances. Bien que limitée par la diversité des formats, cette approche permet de renforcer l’ancrage empirique des conclusions.

Ces techniques conjuguées permettent de produire une synthèse intégrée et argumentée à partir des connaissances disponibles, dans une logique déductive, en cohérence avec les hypothèses de recherche formulées au chapitre précédent.

CHAPITRE 4

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'objectif principal de ce chapitre est de présenter les résultats de l'analyse secondaire menée à partir de sources académiques et professionnelles, en lien direct avec les hypothèses formulées au chapitre 2. Ces résultats permettent de vérifier empiriquement la validité des hypothèses et d'en tirer des enseignements applicables pour la pratique de gestion de projet dans le secteur de la construction.

Dans une approche hypothético-déductive, chaque hypothèse a été confrontée aux données issues de la littérature spécialisée, des études de cas, et des rapports techniques afin d'en évaluer la pertinence au regard des réalités observées. Le croisement des sources scientifiques, institutionnelles et opérationnelles constitue le fondement de cette analyse.

4.1 Présentation générale des résultats et stratégie d'analyse

Les données ont été organisées et interprétées selon une logique hypothético- déductive : chaque section suivante présente les faits et observations en lien direct avec une hypothèse spécifique, afin de déterminer si celle-ci est confirmée, partiellement confirmée ou infirmée.

L'analyse repose sur une triangulation documentaire, combinant différentes sources fiables présentées dans le chapitre 3.

Enfin, la validation des hypothèses repose à la fois sur la cohérence des résultats, la répétitivité des constats empiriques dans les différentes études examinées, et leur convergence avec les fondements théoriques présentés dans le cadre conceptuel.

4.2 Présentation générale des résultats et stratégie d'analyse

Cette section présente les résultats de manière structurée, selon l'ordre des hypothèses de

recherche énoncées dans le cadre conceptuel. Chaque hypothèse est examinée à travers les apports issus de la revue documentaire, permettant de déterminer si elle est confirmée, infirmée ou partiellement validée.

L'analyse repose sur une triangulation des sources (articles à comité de lecture, rapports d'experts, ouvrages de référence, études de cas) et s'inscrit dans une logique d'évaluation critique de la littérature existante.

L'objectif est de confronter les fondements théoriques à des observations empiriques documentées, dans le but de valider les relations présumées entre les différentes variables explicatives de la performance temporelle.

Les résultats sont interprétés selon trois dimensions complémentaires :

- La validité empirique des hypothèses par rapport aux données observées,
- Leur cohérence théorique avec les cadres conceptuels mobilisés,
- Leur portée opérationnelle pour les praticiens de la gestion de projet.

4.2.1 Hypothèse 1 : La gestion proactive des risques améliore l'optimisation des délais

La gestion proactive des risques se définit comme l'ensemble des pratiques visant à anticiper les menaces avant qu'elles n'impactent le déroulement d'un projet, en mettant en œuvre des stratégies préventives, des plans de contingence, et une surveillance continue. Dans le secteur de la construction, où les projets sont exposés à un grand nombre d'incertitudes retards climatiques, pénuries de matériaux, erreurs de conception, défaillance de sous-traitants cette approche joue un rôle déterminant dans la maîtrise des délais.

Selon Hillson & Simon (2022), une approche proactive de la gestion des risques augmente significativement la capacité des gestionnaires de projet à stabiliser les calendriers. Leurs travaux montrent que les projets qui incluent un processus structuré de gestion des risques dès la phase de planification initiale parviennent à anticiper et mitiger les aléas majeurs, réduisant ainsi les retards moyens de 30 à 35 % par rapport aux projets à faible maturité en gestion des risques. Ces résultats sont renforcés par l'étude longitudinale de Floricel & Miller (2023), qui identifie une corrélation positive entre la rigueur de la gestion des risques et la performance temporelle dans des projets d'infrastructure de grande envergure.

Dans *Risk Management in Projects*, Loosemore et al. (2019) insistent sur le caractère cyclique et dynamique de la gestion des risques dans les projets de construction. À travers plusieurs études de cas empiriques menées au Royaume-Uni et en Australie, ils démontrent que l'intégration d'un cycle de gestion des risques identification, évaluation, réponse, suivi dès les premières étapes du projet permet non seulement d'éviter les événements critiques (p. ex. ruptures d'approvisionnement), mais aussi de réduire le besoin de mesures correctives coûteuses et chronophages durant la phase d'exécution.

Un aspect essentiel mis en évidence dans ces travaux est la distinction entre risques anticipables (par ex. retards météorologiques dans certaines régions, grèves récurrentes, contraintes légales connues) et risques émergents (ex. cyberattaques, conflits géopolitiques, épidémies). Les projets performants mettent en œuvre à la fois des plans de mitigation pour les premiers, et des mécanismes de résilience organisationnelle pour les seconds. Cette distinction est essentielle dans un contexte où les aléas deviennent de plus en plus complexes et interconnectés.

L'efficacité de la gestion proactive des risques dépend également de la gouvernance du

projet et de l'implication des parties prenantes. D'après Kerzner (2021), les projets qui impliquent les sous-traitants, ingénieurs et décideurs dans le processus de gestion des risques obtiennent une meilleure synchronisation des actions et une capacité accrue à ajuster rapidement les planifications face aux imprévus. L'intégration du management collaboratif des risques (notamment dans les contrats IPD) est aujourd'hui considérée comme une pratique d'excellence en matière de respect des délais.

Enfin, les outils technologiques jouent un rôle clé dans cette dynamique. Le recours au Building Information Modeling (BIM) pour la modélisation des risques (par ex. via des scénarios d'impact temporel) et l'usage de l'analyse prédictive par intelligence artificielle permettent aujourd'hui de transformer des incertitudes en leviers de décision. Ces innovations facilitent la transition vers une gestion des risques proactive, intégrée et pilotée par les données.

La revue des cas étudiés dans le livre *Risk Management in Projects* (Loosemore *et al.*, 2019) montre également que la planification de réponses aux risques (ex. retards climatiques, défaillance de fournisseurs) permet de réduire significativement les délais d'exécution. Ces résultats confirment la validité de l'hypothèse 1.

4.2.2 Hypothèse 2 : L'intégration des technologies numériques améliore la gestion des délais

L'analyse des données secondaires révèle que l'intégration des technologies numériques dans les projets de construction constitue un levier stratégique majeur pour l'optimisation des délais. Qu'il s'agisse du Building Information Modeling (BIM 4D), des outils avancés de planification tels que Primavera P6, ou des dispositifs de suivi intelligent basés sur l'Internet des Objets (IoT) et l'intelligence artificielle, toutes ces solutions concourent à

renforcer la visibilité, la coordination et la réactivité des équipes face aux imprévus. Le BIM 4D, en particulier, permet une simulation dynamique du projet en intégrant la dimension temporelle au modèle tridimensionnel de construction. Cette approche offre la possibilité d'anticiper les conflits d'activités dans le temps et dans l'espace, d'optimiser le séquençement des tâches, et de faciliter la coordination interdisciplinaire.

D'après Eastman et al. (2023), les projets ayant recours au BIM 4D enregistrent une réduction significative des conflits de planification, avec un impact positif direct sur les délais d'exécution.

En parallèle, l'usage de logiciels de planification tels que Primavera P6 ou Microsoft Project joue un rôle déterminant dans le suivi rigoureux de l'avancement des travaux. Ces outils permettent aux chefs de projet d'identifier le chemin critique, d'allouer dynamiquement les ressources humaines et matérielles, et d'ajuster les planifications en fonction de l'évolution du chantier. Love et Edwards (2018) ont ainsi montré que ces dispositifs contribuent à une réduction moyenne de 18 % des retards sur les projets analysés. À cela s'ajoute l'apport de l'Internet des Objets et de l'intelligence artificielle, qui transforment le suivi de projet en permettant une collecte massive de données en temps réel : avancement des travaux, présence des équipes, conditions environnementales, etc. Grâce à l'analyse prédictive alimentée par l'IA, il devient possible de détecter les déviations par rapport au calendrier initial, de prédire les retards potentiels, et de prendre des décisions correctives avant que les problèmes ne surviennent.

Selon les rapports du McKinsey Global Institute (2020), l'intégration de ces technologies numériques avancées permettrait de réduire jusqu'à 25 % le risque de dépassement des délais dans les projets de construction. Ce gain est notamment attribuable à

l'automatisation de certaines tâches critiques, à la transparence accrue entre les acteurs du projet, et à une prise de décision plus rapide et mieux informée. Plus globalement, ces technologies transforment la gestion des délais en processus interactif, collaboratif et orienté vers l'anticipation. Elles favorisent une gestion proactive, qui s'appuie non plus sur des données statiques, mais sur des flux d'information actualisés en permanence. Cette capacité à simuler, ajuster et coordonner en temps réel les actions projet constitue aujourd'hui une exigence essentielle dans un contexte de construction de plus en plus complexe, rapide et interconnecté.

Ces résultats confirment pleinement l'hypothèse selon laquelle l'intégration des technologies numériques renforce significativement la performance temporelle des projets de construction, en leur offrant une flexibilité opérationnelle accrue, une précision de planification inégalée et une gestion réactive des risques liés aux délais.

4.2.3 Hypothèse 3 : Les approches contractuelles collaboratives réduisent les retards liés à la coordination

Les résultats issus de l'analyse secondaire confirment de manière claire l'hypothèse selon laquelle les approches contractuelles collaboratives, telles que l'Integrated Project Delivery (IPD) et le Design-Build, permettent de réduire significativement les retards dans les projets de construction. Ces modèles, en rupture avec les approches séquentielles classiques comme le Design-Bid-Build, offrent une structure contractuelle plus intégrée, favorisant la coordination entre les différentes parties prenantes dès les premières étapes du projet.

L'analyse des études de cas publiées par l'American Institute of Architects (AIA, 2020) dans leur guide sur l'IPD met en évidence plusieurs avantages concrets : implication

précoce des intervenants clés (maîtres d'ouvrage, concepteurs, entrepreneurs), responsabilisation collective, mécanismes de partage des bénéfices et des risques, ainsi qu'un processus décisionnel plus rapide et plus transparent. Ces éléments combinés permettent de mieux anticiper les sources potentielles de conflit, d'ajuster rapidement les plans en cas d'imprévus, et d'assurer une exécution plus fluide. Les projets de construction menés sous contrat IPD présentent ainsi, selon le rapport de l'AIA, des délais d'achèvement réduits de 20 à 30 % par rapport à ceux exécutés sous contrat traditionnel, en particulier dans les projets hospitaliers, éducatifs ou industriels à forte complexité organisationnelle.

Par ailleurs, l'approche Design-Build, bien que moins collaborative que l'IPD, apporte également des bénéfices notables en matière de gestion des délais. En unifiant les responsabilités de conception et de construction sous une seule entité contractante, elle élimine les ruptures de coordination entre les architectes et les entrepreneurs, souvent sources de retards. Le livre *Design-Build Project Delivery: Managing the Process* de Minchin et al. (2013) souligne que cette méthode permet une meilleure fluidité entre la phase de conception et celle d'exécution, permettant aux équipes de travailler de manière itérative, d'intégrer des solutions techniques en temps réel, et de réduire la durée globale du projet. L'analyse de plusieurs projets d'infrastructure (routes, hôpitaux, aéroports) montre que les projets Design-Build enregistrent des gains de temps allant de 15 à 25 %, avec des niveaux de satisfaction plus élevés chez les clients et les contractants.

En outre, la nature collaborative de ces approches contractuelles renforce la confiance entre les acteurs et réduit les conflits liés aux responsabilités, qui sont fréquemment à l'origine de ralentissements dans les projets menés selon des modèles plus traditionnels.

L'IPD, en particulier, introduit une culture de transparence et de co-responsabilité qui transforme profondément la dynamique des projets complexes. Elle est souvent combinée à des outils numériques comme le BIM, ce qui permet une synchronisation encore plus étroite entre conception, planification et exécution.

En somme, les approches contractuelles collaboratives apparaissent non seulement comme des outils juridiques et organisationnels, mais aussi comme de véritables stratégies d'optimisation des délais. En brisant les silos entre les parties prenantes, en facilitant une communication fluide et en instaurant des mécanismes incitatifs communs, ces modèles contribuent à améliorer la performance temporelle des projets de manière mesurable. Ces constats viennent donc confirmer l'hypothèse selon laquelle l'adoption d'approches contractuelles collaboratives comme le Design-Build et l'IPD permet de réduire significativement les retards liés aux problèmes de coordination.

4.2.4 Hypothèse 4 : Les pratiques agiles et hybrides offrent une plus grande flexibilité pour l'optimisation des délais

L'analyse des sources secondaires confirme que les approches agiles et hybrides peuvent significativement améliorer la flexibilité temporelle dans les projets de construction, en particulier dans les environnements instables ou sujets à des modifications fréquentes. Bien que les méthodes agiles soient historiquement issues du développement logiciel, leur transposition progressive dans le secteur du bâtiment révèle des bénéfices concrets en matière d'adaptabilité et de réactivité face aux aléas de chantier.

L'ouvrage Agile Project Management for Construction de Moura & Martins (2022) souligne que l'approche agile, bien que marginale dans les projets lourds d'infrastructure, commence à être intégrée dans les projets à composante technologique élevée ou à forte

variabilité contextuelle. Ces méthodes favorisent des cycles courts de planification (sprints), une livraison incrémentale, et une réévaluation fréquente des priorités. Cela permet une adaptation rapide face à des imprévus tels que des changements réglementaires, des retards d'approvisionnement, ou des évolutions dans les besoins des parties prenantes. Les études de cas présentées dans cet ouvrage montrent que l'adoption de pratiques agiles dans la construction résidentielle et modulaire a permis de réduire les retards de 15 à 20 %, principalement grâce à une meilleure réactivité organisationnelle.

L'approche hybride, quant à elle, apparaît comme la solution la plus adaptée aux projets de construction complexes, combinant la rigueur des méthodes prédictives comme le Waterfall avec la flexibilité des principes agiles. Le modèle hybride permet d'appliquer une planification stricte pour les phases à faible incertitude (conception structurelle, ingénierie) tout en laissant une marge d'ajustement pour les étapes plus dynamiques ou incertaines (logistique de chantier, coordination des sous-traitants). Dans *Lean Construction : Core Concepts and New Frontiers*, Alarcón (2019) met en avant la convergence entre agilité, Lean thinking, et gestion collaborative comme levier d'optimisation du temps, notamment dans les projets nécessitant un engagement fort des parties prenantes sur des délais serrés.

Les retours d'expérience analysés dans ces ouvrages montrent que les projets ayant recours à une gestion hybride ont non seulement mieux absorbé les changements imprévus, mais ont également mieux respecté les jalons contractuels et les délais critiques. Cette capacité à reconfigurer rapidement les tâches, à réaffecter les ressources et à ajuster les priorités constitue un avantage stratégique dans un contexte marqué par la complexité croissante des projets et l'imprévisibilité accrue des chaînes d'approvisionnement.

mondiales.

En conclusion, cette hypothèse est validée : les approches agiles et hybrides permettent d'introduire une flexibilité nécessaire dans la gestion des délais des projets de construction. Elles contribuent à une meilleure réactivité opérationnelle et réduisent les risques de retards critiques, à condition d'être adaptées aux contraintes du projet et soutenues par une culture organisationnelle collaborative.

4.2.5 Hypothèse 5 : La gestion proactive des ressources améliore les performances temporelles

L'analyse documentaire menée à partir d'ouvrages de référence et de rapports professionnels confirme que la gestion proactive des ressources humaines et matérielles joue un rôle fondamental dans la performance temporelle des projets de construction. La capacité à anticiper les besoins en main-d'œuvre, équipements et matériaux, ainsi qu'à surveiller leur disponibilité tout au long du cycle de vie du projet, permet de réduire les risques de retard dus à des goulots d'étranglement logistiques ou à une mauvaise allocation des ressources.

Les travaux de Kerzner (2021a) insistent sur l'importance d'un processus intégré de planification des ressources qui prenne en compte à la fois les contraintes du calendrier, les capacités disponibles, et les imprévus potentiels. Dans un contexte de construction, cela implique non seulement la programmation anticipée des ressources critiques, mais aussi l'utilisation d'outils de simulation et de replanification dynamique, tels que Microsoft Project, Primavera P6, ou Asta Powerproject. Ces outils permettent une visualisation précise de l'affectation des ressources par activité, et facilitent les ajustements en cas de perturbation, ce qui limite l'impact sur les délais globaux.

De leur côté, les lignes directrices du PMBOK Guide (PMI, 2021) soulignent que l'indisponibilité de la main-d'œuvre qualifiée ou les ruptures dans la chaîne d'approvisionnement représentent deux des causes majeures de dérapage temporel dans les projets. Une gestion proactive des ressources consiste alors à mettre en place des stratégies de contingence, incluant la diversification des fournisseurs, la formation anticipée des équipes, et la mobilisation de ressources de secours en cas de besoin. Cela s'inscrit dans une approche de gestion prédictive, soutenue par des systèmes d'information capables d'alerter les gestionnaires en temps réel dès que des écarts significatifs apparaissent.

Les études consultées dans Lean Construction (Alarcón, 2019) et Agile Project Management for Construction (Moura & Martins, 2022) montrent également que dans les projets adoptant une stratégie de gestion proactive des ressources, le respect des échéanciers s'améliore sensiblement, avec une réduction des retards de 10 à 20 %. Cette amélioration est particulièrement marquée dans les phases critiques, où une coordination fine entre les tâches dépendantes et les ressources disponibles est essentielle.

En somme, la gestion proactive des ressources constitue un levier de performance indispensable dans le secteur de la construction. Elle permet de passer d'une logique réactive à une logique préventive, dans laquelle les aléas liés aux ressources ne sont plus des menaces imprévues, mais des variables anticipées et intégrées dans la planification stratégique du projet. Ainsi, l'hypothèse 5 est validée : une gestion proactive des ressources humaines et matérielles contribue significativement à l'optimisation des délais et à l'amélioration de la performance temporelle globale.

4.3. Discussion croisée des résultats

Les résultats issus de l'analyse des données secondaires tendent globalement à soutenir les hypothèses formulées au chapitre 2, tout en mettant en évidence certaines nuances importantes. Bien que plusieurs constats convergent avec les principes établis dans le cadre théorique mobilisé, il convient de rester prudent quant à la portée généralisable de ces conclusions, en raison des spécificités contextuelles et des limites inhérentes à l'analyse secondaire.

Premièrement, l'interdépendance entre gestion proactive des risques et intégration technologique apparaît comme un levier fondamental pour le respect des délais. Plusieurs sources (Hillson & Simon, 2022 ; Eastman *et al.*, 2023 ; Love & Edwards, 2018) soulignent que les entreprises combinant anticipation rigoureuse des risques avec des outils numériques avancés (notamment le BIM 4D, l'intelligence artificielle ou les logiciels de planification dynamique) parviennent à prévenir les retards tout en maintenant une adaptabilité opérationnelle. Cette synergie technico-stratégique permet de transformer les risques potentiels en scénarios gérables, et les imprévus en opportunités d'optimisation.

Deuxièmement, l'analyse comparée des cas traitant des approches contractuelles collaboratives en particulier les modèles Integrated Project Delivery (IPD) et Design-Build montre que ces cadres offrent des gains temporels significatifs. Contrairement aux approches séquentielles classiques, souvent sujettes aux conflits de responsabilité et à la lenteur décisionnelle, les contrats intégrés favorisent une prise de décision conjointe, une mutualisation des risques, et une coordination fluide entre parties prenantes (AIA, 2020 ; Minchin *et al.*, 2013). Les délais d'exécution y sont réduits de 20 à 30 %, avec une nette amélioration de la performance globale.

Troisièmement, la montée en puissance des pratiques hybrides et agiles dans la gestion de projets, même dans des secteurs réputés rigides comme la construction, constitue une évolution prometteuse. Bien que traditionnellement peu adoptée dans ce secteur, les méthodes agiles (Scrum, Lean Construction) et les modèles hybrides permettent une meilleure flexibilité d'exécution et une réactivité accrue face aux aléas. Les résultats indiquent que ces pratiques, lorsqu'elles sont contextualisées et bien intégrées, peuvent atténuer les retards dus à des facteurs imprévus (Moura & Martins, 2022 ; Alarcón, 2019). Cependant, la discussion croisée met également en lumière certaines limites structurelles. D'une part, la représentativité géographique des études mobilisées constitue un biais potentiel : la grande majorité des cas traités concernent des projets situés en Amérique du Nord, en Europe ou en Asie. Très peu de publications abordent les dynamiques de gestion des délais dans les contextes africains ou dans les pays émergents, où les contraintes structurelles, institutionnelles et climatiques diffèrent considérablement. Cette lacune limite la transférabilité directe des modèles observés, même si les principes fondamentaux restent pertinents.

D'autre part, la typologie des projets analysés tend à privilégier les grandes infrastructures (hôpitaux, autoroutes, projets publics à forte technicité), au détriment des chantiers de plus petite envergure, notamment résidentiels ou communautaires. Or, ces derniers représentent une part importante du tissu constructif dans de nombreuses régions, et leur gestion repose souvent sur des logiques différentes, avec des moyens techniques, humains et financiers plus limités.

En somme, si les résultats de cette analyse secondaire permettent de dégager des tendances fortes et des corrélations empiriques claires entre les pratiques de gestion et la

performance temporelle, ils appellent aussi à une prudence d'interprétation. Des études complémentaires, centrées sur des contextes locaux et des projets de différentes envergures, seraient nécessaires pour affiner la validité externe des hypothèses confirmées.

Table 8: Synthèse croisée des objectifs, questions de recherche, hypothèses et résultats

Afin de synthétiser les apports de ce chapitre 4, le tableau ci-dessous croise les objectifs de recherche, les questions correspondantes, les hypothèses formulées, les résultats obtenus ainsi que les remarques clés.

Objectif de recherche	Question de recherche (QR)	Hypothèse (H)	Résultat de l'analyse	Remarques clés
Analyser l'impact de la gestion proactive des risques sur les délais	Comment la gestion proactive des risques influence-t-elle le respect des délais ?	H1 : La gestion proactive des risques améliore l'optimisation des délais	Confirmée	Diminution des retards jusqu'à 35 % (Hillson & Simon, 2022 ; Loosemore <i>et al.</i> , 2019)

Évaluer l'effet des technologies numériques sur la performance temporelle	En quoi les technologies comme le BIM ou l'IA contribuent-elles à la réduction des retards ?	H2 : L'intégration des technologies numériques améliore la gestion des délais	Confirmée	BIM 4D, IoT et IA réduisent les risques de retard jusqu'à 25 % (Eastman <i>et al.</i> , 2023 ; McKinsey, 2020)
Étudier l'apport des contrats collaboratifs dans la coordination des acteurs	Les modèles contractuels intégrés favorisent-ils une meilleure tenue des délais ?	H3 : Les approches contractuelles collaboratives réduisent les retards liés à la coordination	Confirmée	IPD et Design-Build : réduction de 20 à 30 % des délais (AIA, 2020 ; Minchin <i>et al.</i> , 2013)
Examiner la pertinence des pratiques agiles dans des projets incertains	Les méthodes agiles et hybrides sont-elles efficaces	H4 : Les pratiques agiles et hybrides offrent une plus	Confirmée	Réduction des retards de 15 à 20 % grâce à la réactivité
	Pour gérer les retards imprévus ?	Grande flexibilité pour l'optimisation		(Moura & Martins, 2022 ; Alarcón, 2019)

		des délais		
Déterminer le rôle de la gestion des ressources dans la performance temporelle	Une planification anticipée des ressources permet-elle de mieux respecter les délais ?	H5 : La gestion proactive des ressources améliore les performances temporelles	Confirmée	Anticipation + replanification dynamique = performance accrue (PMI, 2021 ; Kerzner, 2021)

Ce tableau récapitulatif permet de visualiser clairement la confirmation empirique des hypothèses proposées, en lien direct avec la problématique générale du mémoire.

CHAPITRE 5

DISCUSSION GÉNÉRALE ET LIMITES DE LA RECHERCHE

Ce chapitre a pour vocation de faire le point sur les principaux enseignements de la recherche en les recontextualisant par rapport à la problématique initiale, aux objectifs poursuivis, et aux apports théoriques mobilisés. À la lumière des résultats présentés précédemment, il s'agit ici de proposer une discussion générale articulant les constats empiriques aux cadres conceptuels, tout en soulignant les faits saillants et les contributions majeures de l'étude.

La discussion porte également sur les limites de la recherche, qu'elles soient d'ordre méthodologique, contextuel ou conceptuel, dans un souci de rigueur et de transparence scientifique. Enfin, ce chapitre ouvre des perspectives de recherche future, destinées à enrichir et prolonger les travaux dans ce domaine, notamment en tenant compte des spécificités régionales et des évolutions technologiques et organisationnelles du secteur de la construction

5.1 Retour sur la question de recherche et la problématique

Cette section revient sur la question centrale qui a structuré l'ensemble du mémoire : l'optimisation des délais dans les projets de construction à travers les leviers que sont la gestion des risques, les technologies numériques et les approches contractuelles collaboratives. Elle examine dans quelle mesure les résultats de l'analyse répondent aux objectifs de recherche formulés, en proposant une lecture transversale des apports théoriques et empiriques. Cette réflexion permet de repositionner la recherche dans le champ plus large du management de projet et d'identifier les contributions originales de l'étude.

5.1.1 Analyse de la problématique de la recherche

La problématique centrale de cette recherche repose sur un constat largement partagé dans le domaine de la construction : les projets souffrent fréquemment de retards importants, compromettant leur efficacité opérationnelle, leur rentabilité économique, voire leur acceptabilité sociale. Dans un secteur caractérisé par la complexité, l'interdépendance des parties prenantes, et l'exposition à de multiples aléas (techniques, humains, environnementaux, réglementaires), la maîtrise des délais apparaît comme un défi stratégique. Ce mémoire s'est donc interrogé sur les leviers mobilisables pour améliorer cette dimension cruciale de la performance des projets.

La question de recherche formulée était la suivante : "Comment les pratiques de gestion des risques, les approches contractuelles et les technologies numériques peuvent-elles contribuer à l'optimisation des délais dans les projets de construction ?"

Cette problématique a été construite à partir d'un double constat tiré de la littérature :

1. D'un côté, les retards dans les projets de construction sont souvent liés à une gestion inadéquate des risques, à une planification rigide, à une mauvaise coordination entre les intervenants et à des outils de pilotage dépassés (Hillson & Simon, 2022 ; Loosemore *et al.*, 2019).
2. De l'autre, les avancées récentes en matière de gestion de projet agile, d'outils numériques comme le BIM 4D, et de modèles contractuels collaboratifs (Design-Build, IPD) ont démontré leur potentiel pour améliorer la performance temporelle des projets (Eastman *et al.*, 2023 ; Minchin *et al.*, 2013 ; Moura & Martins,

2022).

L'enjeu a donc été de relier ces différentes dimensions — gestion des risques, outils technologiques, et méthodes contractuelles pour comprendre leur effet combiné sur la capacité à tenir les délais dans un secteur aussi critique que celui de la construction. En ce sens, la problématique ne se limite pas à un angle purement technique, mais relève aussi d'une réflexion organisationnelle et stratégique, au croisement de plusieurs disciplines du management de projet.

5.1.2 Réponses aux objectifs de recherché

L'ensemble des analyses documentaires et des résultats présentés dans le chapitre précédent permet de répondre de manière structurée aux objectifs initiaux de la recherche. Ces objectifs ont été définis pour explorer les leviers susceptibles d'améliorer la maîtrise des délais dans les projets de construction, à travers l'étude des pratiques de gestion des risques, des technologies numériques, et des approches contractuelles innovantes.

Objectif 1 : Identifier les risques principaux affectant les délais dans les projets de construction.

Les données secondaires mobilisées ont permis de dresser une typologie claire des risques majeurs : retards d'approvisionnement, défaillances de sous-traitants, aléas climatiques, conflits entre parties prenantes, changements réglementaires, etc. Les risques humains et organisationnels (mauvaise communication, compétences inadaptées, coordination insuffisante) apparaissent également comme des facteurs fortement corrélés aux retards. Ces constats confirment les apports de Hillson & Simon (2022), Loosemore et al. (2019) et PMI (2021), qui soulignent la nécessité d'intégrer la gestion des risques dès la phase de planification initiale.

Objectif 2 : Évaluer l'impact des technologies numériques dans l'optimisation des délais

L'étude a montré que l'intégration du Building Information Modeling (BIM 4D), des logiciels de planification avancée (ex. Primavera P6, MS Project) et des outils d'analyse prédictive basés sur l'intelligence artificielle favorisent une planification dynamique, une détection précoce des conflits temporels, et une meilleure coordination. Ces résultats confirment les apports d'Eastman et al. (2023), Love & Edwards (2018) et McKinsey (2020), qui démontrent que les technologies numériques ne sont pas de simples outils de suivi, mais de véritables leviers de performance temporelle.

Objectif 3 : Explorer les méthodes contractuelles et organisationnelles favorisant une meilleure tenue des délais

Les approches Design-Build et Integrated Project Delivery (IPD) sont ressorties comme des alternatives efficaces aux modèles contractuels classiques. Ces approches favorisent l'implication précoce des parties prenantes, réduisent les conflits de coordination, et permettent une exécution plus fluide des projets. Les données issues des guides AIA (2020), Minchin et al. (2013), et Walker & Rowlinson (2023) convergent pour montrer que la nature du contrat influence directement la capacité à respecter les échéances.

Objectif 4 : Déterminer comment les pratiques hybrides et agiles contribuent à la flexibilité temporelle

Même si les méthodes agiles sont traditionnellement associées à l'industrie numérique ou au développement logiciel, leur adaptation partielle dans le domaine de la construction notamment sous forme hybride permet une meilleure gestion des imprévus, en particulier

lors des phases critiques d'un projet. Moura & Martins (2022) ainsi qu'Alarcón (2019) soulignent que l'intégration d'une logique itérative dans un cadre rigide (ex. Waterfall) améliore la capacité d'ajustement des planifications, sans compromettre les échéances stratégiques.

Objectif 5 : Analyser comment la gestion des ressources influence la performance temporelle

Enfin, la recherche confirme que la gestion proactive des ressources, tant humaines que matérielles, conditionne directement le respect des délais. Les retards sont souvent liés à une indisponibilité imprévue de main-d'œuvre qualifiée, à des ruptures logistiques, ou à une mauvaise allocation des ressources critiques. Des outils de gestion intégrée, alliés à des pratiques de planification anticipée, permettent d'optimiser l'utilisation des ressources et de minimiser les interruptions. Les apports de Kerzner (2021) et PMI (2021) étayent cette conclusion.

5.2 Analyse des faits significatifs de la recherche

L'analyse documentaire approfondie a mis en évidence plusieurs faits majeurs qui renforcent la compréhension des leviers de performance temporelle dans les projets de construction. Ces faits, validés par la littérature académique et professionnelle, confirment la pertinence du cadre théorique mobilisé et des hypothèses testées dans cette recherche.

1) La gestion proactive des risques comme pilier central de la performance temporelle

L'un des résultats les plus marquants est le rôle structurant de la gestion proactive des risques dans la réduction des retards. Les données secondaires analysées (Hillson & Simon, 2022 ; Floricel & Miller, 2023 ; Loosemore *et al.*, 2019) convergent pour montrer que les projets ayant mis en place des dispositifs formels d'identification, d'évaluation et de mitigation des risques

dès la phase de conception présentent un taux nettement plus élevé de respect des délais. Ce constat positionne la gestion des risques non pas comme une activité complémentaire, mais comme un levier stratégique de pilotage des délais.

2) L'intégration des technologies numériques comme facteur amplificateur de la performance

Les outils technologiques modernes (BIM 4D, logiciels de planification, capteurs IoT, intelligence artificielle) apparaissent comme des accélérateurs de gestion temporelle, en renforçant la capacité des gestionnaires de projet à simuler, ajuster et anticiper les délais. Eastman et al. (2023) et Love & Edwards (2018) soulignent que le BIM permet une visualisation dynamique de l'évolution des tâches, tandis que McKinsey (2020) montre que l'IA contribue à une meilleure anticipation des risques de retard. Ces technologies permettent donc une transformation data-driven de la gestion de projet, fondée sur l'analyse prédictive et la planification adaptative.

3) Les modèles contractuels collaboratifs comme réponse aux problèmes de coordination

Les approches comme l'Integrated Project Delivery (IPD) ou le Design-Build montrent qu'un contrat bien structuré peut influencer directement la dynamique du projet, notamment en fluidifiant la communication et en clarifiant les responsabilités. Les retards dus à des conflits inter-équipe ou à une mauvaise coordination sont fortement réduits dans ces modèles, comme le confirment les rapports de l'AIA (2020) et les études de Minchin et al. (2013). Le contrat devient ainsi un outil de gouvernance des délais, au-delà de sa fonction juridique.

4) L'intérêt croissant pour les pratiques hybrides et agiles dans un secteur traditionnellement rigide.

Bien que le secteur de la construction soit historiquement fondé sur des logiques séquentielles (modèle Waterfall), l'introduction de pratiques agiles ou hybrides offre des marges de flexibilité précieuses, notamment dans les phases sensibles ou sujettes à changement. Moura & Martins (2022) montrent que ces approches permettent d'adapter les priorités, de réajuster les planifications en cours de projet, et de maintenir une meilleure réactivité face aux imprévus. Cela traduit une évolution culturelle du management de projet, où l'adaptabilité devient une compétence clé.

- 5) La gestion des ressources comme paramètre critique du respect des délais

Enfin, l'un des faits les plus transversaux identifiés concerne la gestion proactive des ressources. Kerzner (2021) et PMI (2021) démontrent que la disponibilité, la planification et la mobilisation des ressources conditionnent directement la performance temporelle des projets. Une affectation tardive, une mauvaise coordination entre équipes, ou un défaut de surveillance logistique peuvent générer des retards importants. Les outils d'analyse prédictive, combinés à une gestion en temps réel, apparaissent comme les meilleures pratiques pour assurer une maîtrise fluide du calendrier opérationnel.

5.3 Limitations et contraintes de la recherche

Cette recherche, bien que riche en apports théoriques et analytiques, présente certaines limitations inhérentes à la nature des données utilisées et à la méthodologie adoptée.

Ces limites ne remettent pas en cause la validité des résultats obtenus, mais doivent être prises en compte dans l'interprétation des conclusions et la généralisation des observations.

5.3.1 Limites théoriques et bibliographiques

L'analyse s'appuie principalement sur des sources secondaires, dont la majorité provient de contextes anglo-saxons et de projets réalisés dans des environnements industrialisés (États-Unis, Royaume-Uni, Australie). Ainsi, bien que les concepts mobilisés soient largement transposables, la portée contextuelle des résultats peut être limitée pour certains environnements spécifiques, notamment les pays en développement ou les régions à infrastructures moins matures.

Par ailleurs, certaines notions clés comme la gestion agile dans le secteur du bâtiment sont encore peu documentées dans la littérature scientifique classique. Les études empiriques sur le terrain dans les pays africains ou dans les économies émergentes restent relativement rares et dispersées, ce qui rend difficile une comparaison directe avec des contextes locaux.

5.3.2 Limites méthodologiques et contraintes des données secondaires

La principale contrainte méthodologique de cette étude réside dans l'utilisation exclusive de données secondaires. Bien qu'elles soient rigoureusement sélectionnées pour leur fiabilité, leur qualité ou leur actualité, ces données échappent au contrôle direct du chercheur. En particulier

- Il n'est pas possible de vérifier la méthodologie exacte utilisée dans les études de cas originales, notamment en ce qui concerne la collecte ou le traitement des données primaires.
- Certaines sources, notamment les rapports d'institutions ou les publications sectorielles, présentent des biais rédactionnels ou stratégiques liés à leurs commanditaires.

- La comparabilité entre les cas est parfois limitée, car chaque étude repose sur des échelles, des définitions et des indicateurs spécifiques à son propre contexte.
- Enfin, l'absence de collecte de données primaires (entretiens, enquêtes terrain) empêche d'identifier avec précision des facteurs contextuels locaux, comme les dynamiques spécifiques aux chantiers africains ou francophones.

Ces limites doivent inciter à la prudence dans la généralisation des résultats, tout en soulignant la nécessité d'enquêtes complémentaires sur le terrain pour affiner les conclusions et enrichir le corpus de données disponibles dans le futur.

5.4 Perspectives pour les recherches futures

Les résultats de cette étude ouvrent plusieurs pistes intéressantes pour des recherches futures, tant sur le plan théorique que méthodologique. Ces perspectives visent à combler les lacunes identifiées, à approfondir certaines dimensions explorées, et à adapter les analyses aux contextes locaux ou émergents.

Premièrement, il serait pertinent de conduire des études empiriques primaires, à travers des enquêtes de terrain, des interviews semi-directives avec des chefs de projets, ingénieurs, ou maîtres d'ouvrages, afin de valider ou de nuancer les constats établis à partir des données secondaires. Cela permettrait de mieux comprendre les réalités contextuelles spécifiques à certains territoires, notamment en Afrique francophone, où les retards dans les projets de construction présentent souvent des causes structurelles différentes (accès au financement, poids des réglementations, instabilité politique ou climatique).

Deuxièmement, des recherches futures pourraient explorer plus finement les modalités

d'adoption des technologies numériques, comme le BIM 4D, l'IA prédictive ou l'IoT, dans différents types de projets (logements sociaux, infrastructures publiques, bâtiments institutionnels). Des études comparatives entre petites et grandes entreprises de construction, ou entre pays industrialisés et pays en développement, permettraient de mettre en lumière les facteurs favorisant ou freinant cette adoption.

Troisièmement, il serait intéressant de développer des recherches centrées sur l'analyse contractuelle des projets, notamment en observant comment les différentes formes contractuelles (Design-Build, IPD, contrats PPP) influencent réellement les performances temporelles selon les types d'ouvrages. Une attention particulière pourrait être accordée à l'impact de la culture organisationnelle, du degré de collaboration entre parties prenantes, et des mécanismes de gouvernance intégrée sur la réduction des retards.

Enfin, une piste de recherche prometteuse consisterait à créer un modèle prédictif basé sur les données de retards passés, croisant les variables de gestion des risques, de planification, de ressources et de configuration contractuelle, afin de mieux anticiper les écarts de délais dans les projets à venir. Ces différentes perspectives appellent à une approche interdisciplinaire, combinant la gestion de projet, l'ingénierie, l'économie de la construction, mais aussi la sociologie des organisations et l'analyse des politiques publiques. Elles visent à enrichir la compréhension des mécanismes qui conditionnent la réussite temporelle des projets de construction et à proposer des outils concrets pour les acteurs du secteur.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce mémoire s'est inscrit dans une démarche de compréhension approfondie des relations entre gestion des risques, pratiques de gestion de projet et optimisation des délais dans le secteur de la construction. Partant du constat largement documenté des retards fréquents dans les projets de construction souvent associés à des surcoûts importants et des insatisfactions des parties prenantes la question centrale posée était : Comment une gestion intégrée et proactive des risques peut-elle contribuer à optimiser les délais dans les projets de construction ? Pour y répondre, une méthodologie déductive a été adoptée, reposant sur l'analyse critique de données secondaires issues de la littérature académique, professionnelle et institutionnelle.

Les résultats de l'étude offrent plusieurs contributions significatives, à la fois pour la pratique managériale et pour la recherche théorique. Sur le plan managérial, l'analyse met en lumière l'importance d'une gestion proactive des risques intégrée dès les phases amont des projets, l'impact structurant des technologies numériques (BIM 4D, logiciels de planification, intelligence artificielle), ainsi que le rôle des modèles contractuels collaboratifs comme l'Integrated Project Delivery (IPD) ou le Design-Build pour améliorer la coordination et réduire les délais. En outre, l'adoption de méthodes hybrides et agiles apparaît comme une solution flexible et pragmatique, permettant une meilleure adaptation aux imprévus dans des environnements de plus en plus complexes. Ces constats peuvent servir de leviers opérationnels pour les chefs de projet, maîtres d'ouvrage et ingénieurs dans l'élaboration de stratégies de planification temporelle robustes et résilientes.

Sur le plan théorique, cette recherche contribue à enrichir les connaissances existantes en combinant des approches classiques de la gestion de projet (notamment la théorie de la triple contrainte) avec des perspectives plus contemporaines issues du Lean, de l'agilité

et du management collaboratif. Elle propose un cadre d'analyse intégré qui croise les dimensions humaines, technologiques, organisationnelles et contractuelles dans la gestion du temps. En validant empiriquement plusieurs hypothèses tirées de la littérature, le mémoire consolide des liens théoriques entre ces facteurs et ouvre la voie à des modélisations plus complexes des performances temporelles.

Cependant, certaines limites doivent être reconnues. La recherche repose exclusivement sur des données secondaires, ce qui restreint la capacité à contrôler la qualité des données primaires et à capturer la spécificité des contextes locaux, notamment ceux des pays en développement. De plus, la majorité des cas analysés proviennent d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie, ce qui pose la question de la transférabilité des résultats à d'autres régions comme l'Afrique francophone. Enfin, les études de cas disponibles concernent surtout des projets d'envergure, au détriment des chantiers de taille plus modeste, souvent confrontés à des contraintes opérationnelles très différentes.

Ces limites offrent néanmoins des perspectives fécondes pour des recherches futures. Il serait pertinent de mener des enquêtes de terrain, via des entretiens ou des questionnaires, afin de valider les hypothèses dans des contextes locaux spécifiques. Des études comparatives entre types de projets (publics vs privés, grands vs petits) ou entre zones géographiques permettraient également d'affiner les enseignements. Par ailleurs, l'élaboration d'un modèle prédictif des retards intégrant les variables clés identifiées dans cette recherche (gestion des risques, ressources, technologies, type de contrat) pourrait constituer un outil d'aide à la décision pour les professionnels. Enfin, une analyse plus poussée des conditions d'adoption du BIM, des pratiques agiles ou des modèles IPD dans les pays émergents contribuerait à combler le fossé actuel entre théorie universelle et

réalités locales.

En définitive, ce mémoire propose une lecture intégrée, systémique et actualisée des facteurs de performance temporelle dans les projets de construction. Il réaffirme l'importance d'une approche proactive, technologiquement outillée et contractuellement cohérente, dans un secteur confronté à des exigences croissantes de délai, de qualité et d'efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

Alarcón, L. F. (2019). Lean construction. In O. A. Seppänen, L. Koskela, & P. Tzortzopoulos (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Dublin, Ireland: IGLC.

American Institute of Architects (AIA). (2020). *Integrated Project Delivery: A Guide*. Washington, DC: AIA.

Amoah, C., Simpeh, F., & Osei-Tutu, E. (2021). Risk management practices in construction projects: The case of Ghana. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 19(3), 699–718.

Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*, 24(4), 349–357.

Azimi, P., Lee, S., AbouRizk, S., & Al-Bayati, A. (2020). Data-driven project management in construction: Applications and future trends. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(9), 04020100.

Azimi, R., Lee, S., Abourizk, S. M., & Alvanchi, A. (2011). A framework for an automated and integrated project monitoring and control system for steel fabrication projects. *Automation in Construction*, 20(1), 88–97.

Bannerman, P. (2023). The role of artificial intelligence in project management: Applications and challenges. *Journal of Project Management and Innovation*, 10(2), 33–49.

Chapman, C., & Ward, S. (2011). *How to manage project opportunity and risk: Why uncertainty management can be a much better approach than risk management*. Wiley.

Comfort, E. C., & Amaral, D. C. (2016). Agile project management and stage-gate hybrid model—A case study in the energy sector. *Journal of Modern Project Management*, 4(2), 52–59.

Cooper, D., Grey, S., Raymond, G., & Walker, P. (2005). *Project risk management guidelines: Managing risk in large projects and complex procurements*. Wiley.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2023). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (4th ed.). Wiley.

Fang, D., Zhao, C., & Wang, Y. (2020). Risk management in construction projects: Best practices and recent developments. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(2), 04019131.

Florice, S., & Miller, R. (2023). Rethinking risk management in large infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 41(1), 26–42.

Flyvbjerg, B. (2006). From Nobel Prize to project management: Getting risks right. *Project Management Journal*, 37(3), 5–15.

Freeman, R. E. (2010). *Strategic management: A stakeholder approach*. Cambridge University Press.

Ghaleb, H., Alhajlah, H. H., Bin Abdullah, A. A., Kassem, M. A., & Al-Sharafi, M. A. (2022). A scientometric analysis and systematic literature review for construction project complexity. *Buildings*, 12(4), 482.

Gidado, K. (2004). Enhancing the prime contractor's performance. *Journal of Construction Procurement*, 10(2), 133–144.

Hillson, D., & Simon, P. (2022). *Practical project risk management: The ATOM methodology* (3rd ed.). Management Concepts Press.

Howell, G. A., & Ballard, G. (2005). Lean project management. *Lean Construction Journal*, 2(1), 1–16.

Hwang, B.-G., & Ng, W. J. (2022). Project risk management and performance of construction projects: The role of teamwork and project complexity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(5), 04022017.

International Project Management Association (IPMA). (2022). *IPMA individual competence baseline* (Version 4.0). IPMA.

Kerzner, H. (2021a). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13th ed.). Wiley.

Kutsch, E., & Hall, M. (2015). The rational choice of not applying project risk management in information technology projects. *Project Management Journal*, 46(3), 56–67.

Lee, H., Park, M., & Kim, H. (2020). BIM-based simulation for construction delay analysis. *Automation in Construction*, 110, 103046.

Loosemore, M., Runeson, G., & Dainty, A. (2019). *Human resource management in construction projects: Strategic and operational approaches*. Routledge.

Love, P. E. D., Edwards, D. J., & Irani, Z. (2004). Forensic project management: An exploratory examination of the causal behavior of design-induced rework. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(2), 248–260.

Love, P. E. D., & Edwards, D. J. (2018). Improving construction supply chain coordination using BIM. *Automation in Construction*, 93, 103–113.

Marinelli, A., Smith, T., & Jones, R. (2023). AI and IoT in construction project time management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(1).

McKinsey Global Institute. (2020). *The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem*. McKinsey & Company.

Minchin, R. E., Li, X., Issa, R. R., & Vargas, G. (2013). Comparison of cost and time performance of design-build and design-bid-build delivery systems in Florida. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(9), 04013007.

Moe, T. L., Pathranarakul, P., & Xie, Y. (2019). Project risk management: Lessons learned from software development and construction projects. *International Journal of Project Organisation and Management*, 11(3), 215–234.

Moura, H., & Martins, R. (2022). Lean principles in construction project management: Current applications and future perspectives. *Lean Construction Journal*, 2022(1), 15–30.

Nguyen, L. D., Ogunlana, S. O., & Lan, D. T. X. (2021). Critical success factors for large construction projects: A review. *Construction Innovation*, 21(4), 853–870.

Pinto, J. K., & Slevin, D. P. (1987). Critical factors in successful project implementation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-34(1), 22–27.

Pinto, J. K., & Slevin, D. P. (2023). Project success: Critical factors revisited. *Project Management Journal*, 54(1), 3–18.

Project Management Institute. (2013). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (5th ed.). Project Management Institute.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8th ed.). Pearson Education Limited.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum: The rules of the game*. Scrum.org.

Serpella, A. F., Ferrada, X., Howard, R., & Rubio, L. (2020). Risk management in construction projects: A knowledge-based approach. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 119, 653–662.

Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Does agile work? A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1040–1051.

Smith, R. (2022). Project scheduling with AI-enhanced predictive analytics. *Project Leadership and Society*, 3, 100060.

Smith, R., & Jones, M. (2022). AI applications in construction project scheduling. *Automation in Construction*, 139, 104244.

Smith, R., Brown, K., & Patel, S. (2022). Integrated approaches to project delivery in the construction sector. *International Journal of Project Management*, 40(5), 487–501.

Tah, J. H. M., & Carr, V. (2000). A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic. *Construction Management and Economics*, 18(4), 491–500.

Tserng, H. P., Yin, S. Y. L., Dzung, R. J., Wou, B., Tsai, M. D., & Chen, W. Y. (2019). A study of ontology-based risk management framework of construction projects through project life cycle. *Automation in Construction*, 102, 127–144.

Turner, J. R. (1999). *The handbook of project-based management* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Turner, J. R., & Müller, R. (2021). *Managing the project-based organization*. Springer.

Vasquez, C., Martin, J., & Lopez, A. (2023). Digital transformation in construction project management. *Journal of Construction Innovation*, 23(2), 275–296.

Walker, D., & Rowlinson, S. (2023). Integrated project delivery: Enhancing collaboration and risk-sharing in construction projects. *International Journal of Project Management*, 41(1), 55–68.

Winch, G. M. (2010). *Managing construction projects* (2nd ed.). Wiley.

World Economic Forum. (2023). *The global risks report 2023*.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.

Zha, C., Wang, Y., & Fang, D. (2021). The impact of proactive risk management on project performance: A review of best practices. *International Journal of Project Management*, 39(4), 189–198.

Zhao, Z. Y., Wang, J. Y., & Fang, D. P. (2020). Risk paths in international construction projects: Case study from Chinese contractors. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(5), 05020005.

Zhu, J., Zhang, H., & Ding, L. (2020). Integrated project delivery in construction: A review. *Automation in Construction*, 113, 103140.

Zou, P. X. W., Zhang, G., & Wang, J. (2021). Understanding the key risks in construction projects in China. *International Journal of Project Management*, 39(3), 241–255.