

# UQAC

## Université du Québec à Chicoutimi

**MÉMOIRE**

**PRÉSENTÉ À**

**L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI**

**COMME EXIGENCE PARTIELLE**

**DE LA MAÎTRISE EN GESTION DE PROJET**

**PAR**

**Bah Ousmane**

**Sous la direction de M. Thierno Diallo**

**Gestion des risques dans l'industrie de la construction**

**JUIN 2025**

## **Résumé**

Ce mémoire analyse la gestion des risques dans l'industrie de la construction, un secteur particulièrement exposé à des incertitudes multifactorielles. À travers une e de la littérature, une analyse méthodologique rigoureuse et une exploitation de données secondaires, il explore les apports comparés des approches prédictives, agiles et hybrides, ainsi que l'émergence de l'intelligence artificielle (IA) comme levier de transformation. La recherche montre que les approches prédictives offrent structure et rigueur, mais manquent de flexibilité, tandis que les méthodes agiles favorisent l'adaptabilité, au prix parfois d'une planification instable.

L'hybridation des deux paradigmes, appuyée par des outils numériques comme le BIM et des systèmes d'IA, constitue une piste prometteuse pour optimiser les délais, les coûts et la sécurité dans les projets de construction complexes. Ce travail propose une grille d'analyse innovante intégrant l'IA dans une logique de gestion proactive des risques, avec une attention particulière portée à la spécificité des contextes organisationnels et environnementaux. Il contribue ainsi à la réflexion sur les stratégies les plus adaptées pour améliorer la performance globale des projets dans un secteur en constante évolution.

## **Mots clés**

Gestion des risques ; Industrie de la construction ; Méthodes prédictives ; Approche agile ; Approche hybride ; Intelligence artificielle ; Building Information Modeling (BIM) ; Planification de projet ; Complexité ; Projets complexes ; Optimisation des coûts ; Résilience organisationnelle.

## **Abstract**

This thesis investigates risk management practices within the construction industry, a sector that is particularly vulnerable to multifactorial uncertainties. Through a comprehensive literature review, methodological analysis, and the use of secondary data, it compares the predictive, agile, and hybrid management approaches, while highlighting the emerging role of artificial intelligence (AI) as a transformational tool. The research shows that while predictive methods provide structure and control, they often lack flexibility. Conversely, agile methods support adaptability but may compromise long-term planning.

A hybrid integration of both approaches combined with digital tools such as Building Information Modeling (BIM) and AI systems emerges as a promising strategy for optimizing timeframes, costs, and safety in complex construction projects. This work proposes an innovative analytical framework that embeds AI into a proactive risk management logic, with specific attention to the organizational and environmental contexts. It contributes to the ongoing discourse on the most suitable strategies to enhance overall project performance in a rapidly evolving sector.

## **Keywords**

Risk management; Construction industry; Predictive methods; Agile approach; Hybrid approach; Artificial Intelligence; Building Information Modeling (BIM); Project planning; Complexity; Complex projects; Cost optimization; Organizational resilience.

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

**AC** : Actual Cost – Coût réel des dépenses engagées dans un projet.

**EVM** : Earned Value Management – Gestion de la valeur acquise, méthode d'évaluation de la performance d'un projet en termes de coûts et délais.

**EV** : Earned Value – Valeur acquise, mesure du travail accompli en termes budgétaires.

**PMBOK®** : Project Management Body of Knowledge – Guide méthodologique en gestion de projet publié par le PMI.

**PMI** : Project Management Institute – Organisation internationale dédiée à la gestion de projet.

**PV** : Plan Value – Valeur planifiée, plan budgétaire indiquant la planification des dépenses sur la durée de vie d'un projet.

**VAN** : Valeur Actuelle Nette – Indicateur financier pour évaluer la rentabilité d'un projet.

## GLOSSAIRE

**Agilité** : Méthodologie de gestion de projet visant à favoriser la flexibilité et l'adaptabilité dans le développement de produits ou services.

**Earned Value Management (EVM)** : Technique de gestion qui combine les performances du calendrier et des coûts pour mesurer l'avancement du projet, identifier les écarts et anticiper les performances futures.

**Gestion de Projet Hybride** : Combinaison des approches agiles et prédictives dans le pilotage des projets.

**Risk Management** : Processus d'identification, d'analyse et de gestion des risques dans un projet ou une organisation.

**Valeur Actuelle Nette (VAN)** : Indicateur financier permettant d'évaluer la rentabilité d'un projet en actualisant les flux de trésorerie futurs.

**Scrum** : Cadre méthodologique agile centré sur des cycles courts de développement appelés *sprints*.

## DEDICATIONS

Avec ce modeste travail, je tiens à rendre hommage à :

Ma mère, Cette femme forte et courageuse, pour son amour inconditionnel, pour avoir toujours su me redonner confiance quand j'en avais plus.

Mon père, mon modèle, pour sa force, sa présence discrète mais constante. Une source d'inspiration et de stabilité et j'aurais réussi rien qu'en devenant la moitié de l'homme qu'il est.

Ma seconde mère, qui m'a offert l'amour d'une mère et qui a su être là à chaque fois que j'en ai eu besoin.

Mon grand frère et mes deux grandes sœurs qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours, qui ont su être là pour moi à chaque fois que j'en ai eu besoin, A mes deux petites sœurs et mon petit frère, merci pour votre joie de vivre, vos encouragements et votre soutien.

Je vous dédie ce travail, aucun mot ne peut exprimer ma profonde gratitude car rien de tout cela ne serait possible sans vous. Votre soutien constant, vos sacrifices et votre amour sans condition ont été la fondation sur laquelle j'ai pu construire chaque étape de mon parcours et c'est grâce à vous que je suis là aujourd'hui. Vous m'avez transmis des valeurs essentielles, offert votre confiance même dans les moments de doute et accompagné dans ma vie.

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier :

Mon professeur et directeur de recherche Mr Thierno DIALLO, ç'a été un honneur de vous avoir comme encadreur. Vous m'avez accompagné avec rigueur et bienveillance tout au long de ce travail, votre exigence pédagogique et vos conseils ont su me pousser à dépasser. Je vous suis reconnaissant pour votre disponibilité et la confiance que vous m'avez accordée.

Ma directrice de programme Mme Imen LATROUS, merci pour votre présence et votre écoute constante. Vous nous accompagnez avec professionnalisme et humanité.

Ma professeure Mme France DESJARDINS, merci pour vos cours, votre soutien et vos conseils qui m'ont aidé à m'intégrer.

Enfin, je tiens également à remercier l'ensemble des professeurs qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail et à la réussite de mon parcours universitaire.

## TABLE DES MATIERES

Résumé	2
Abstract	3
LISTE DES ABRÉVIATIONS	4
GLOSSAIRE	5
DEDICASES	6
REMERCIEMENTS	7
TABLE DES MATIERES	8
LISTE DES TABLEAUX	11
LISTE DES FIGURES	12
Présentation générale du sujet	13
Introduction	13
CHAPITRE 1. PARTIE INTRODUCTIVE	15
1.1 Conversation sur la gestion des risques dans l'industrie de la construction	15
1.1.1 La gestion des risques dans la construction : un défi fondamental	15
1.1.2 L'évolution de la gestion des risques : des méthodes traditionnelles aux nouvelles approches	17
1.1.3 Les enjeux de la gestion des risques dans un environnement complexe	19
1.1.4 Transition vers le débat sur les stratégies de gestion des risques	20
1.2 Débats	20
1.2.1 Introduction aux débats sur la gestion des risques	20
1.2.2 Approches prédictives et quantitatives en gestion des risques	21
1.2.3 Approche agile et flexible en gestion des risques	24
1.2.4 Divergences théoriques entre approches prédictives et agiles	26
1.2.5 Optimisation des délais et des coûts : un défi central	28
1.2.5.1 L'approche prédictive : planification et contrôle rigoureux	28
1.2.5.2 L'approche agile : flexibilité et ajustements continus	30
1.2.5.3 Les implications pratiques pour l'optimisation des délais et des coûts	31
1.2.6 Intégration des méthodes prédictives et agiles (approches hybrides)	31
1.2.7 Synthèse des zones grises dans la littérature	34
1.2.8 Les stratégies de gestion des risques en construction	35
1.2.9 Pratiques courantes dans la gestion des délais et des coûts	38
1.2.10 Confrontation entre différentes approches	40
1.2.11 Résultats des débats : un point de vue pratique	42
1.3 Problématique spécifique	43
1.4 Localisation de la recherche	44
1.5 Les objectifs de la recherche	45



1.5.1 Identification des facteurs clés de risque dans l'industrie de la construction	45
1.5.2 Analyse des relations entre les pratiques de gestion des risques et les résultats des projets	46
1.5.3 Résumé des objectifs et des questions de recherche	48
Conclusion du Chapitre 1	50
CHAPITRE 2. E DE LITTÉRATURE	51
2.0 Cadre théorique	51
2.0.1 Positionnement de la recherche	51
2.0 Cadre Théorique	51
2.0.1 Positionnement de la Recherche	51
2.0.2 Théories mobilisées	52
2.0.3 Niveau et unité d'analyse	62
2.1 Définition des facteurs en jeu	63
2.1.1 Concepts de gestion des risques spécifiques à la construction	64
2.1.2 Modèles de gestion de projet appliqués	66
2.1.3 Pratiques en optimisation des délais et des coûts	70
2.1.4 Facteurs et variables retenus pour l'analyse	72
2.1.5 L'intelligence artificielle comme levier émergent dans la gestion proactive des risques	74
2.2 Mise en évidence des relations entre les facteurs	75
2.2.1 Gestion des risques et optimisation des délais	77
2.2.2 Gestion des risques et pratiques de gestion de projet	79
2.2.3 Optimisation des délais et pratiques de gestion de projet	81
2.3 Synthèse des hypothèses et propositions	83
CHAPITRE 3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	86
3.1 Vue d'ensemble de la méthodologie	86
3.2 Positionnement de la recherche	86
3.3 Concepts mobilisés	87
3.4 Niveaux et unités d'analyse	89
3.5 Approches de recherche	91
3.6 Design de recherche envisagé	93
3.7 Sources de données secondaires mobilisées	95
3.8 Horizon de temps	97
3.9 Techniques et procédures d'analyse des données secondaires	98
Conclusion du CHAPITRE 3. APPROCHE MÉTHODOLOGIE	100
CHAPITRE 4. RÉSULTATS ET DISCUSSION	101
4.1 Présentation des résultats	101
4.2 Analyse des données secondaires	103

4.2.1 Analyse thématique des données issues de la littérature et des rapports	106
4.2.2 Synthèse des résultats clés et mise en perspective avec les objectifs de recherche	108
CONCLUSION DU CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSION	115
Conclusion Générale	1
Annexe	3
Annexe 1	3
Annexe 2	3
Annexe 3	3
Annexe 4	3
Annexe 5	3
BIBLIOGRAPHIE	5

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Résumé des objectifs et des questions de recherche	36
Tableau 2: Tableau des hypothèses et propositions	73

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Méthode Agile : C'est Quoi ce Système de Gestion de Projet	13
Figure 2: La gestion de la valeur acquise (EVM) Source : Management de projets, Management d'équipes. Récupéré sur <a href="http://alain.battandier.free.fr/spip.php?article12">http://alain.battandier.free.fr/spip.php?article12</a>	17
Figure 3: Survey of the Profession - Source PMI® 2018	20
Figure 4: Comparaison des profils comportementaux dans les approches prédictives et agiles	29
Figure 5: Confrontation des méthodologies Waterfall et Agile dans la gestion de projet (Approche hybride)	30
Figure 6: Méthode Waterfall made in Lucidchart	56

## **Présentation générale du sujet**

L'industrie de la construction représente un secteur clé pour l'économie mondiale, impliquant une variété de projets allant des infrastructures publiques aux bâtiments commerciaux et résidentiels. Cependant, il s'agit également d'un domaine où les risques sont omniprésents, affectant chaque étape du processus, de la planification à la livraison. La gestion efficace de ces risques est devenue une priorité stratégique pour les entreprises du secteur afin de minimiser les pertes financières, respecter les délais et garantir la sécurité des travailleurs. En effet, les projets de construction sont souvent caractérisés par une forte complexité et des imprévus fréquents, ce qui rend leur gestion particulièrement délicate (Flanagan & Norman, 1993).

Les risques dans l'industrie de la construction peuvent être variés, incluant des facteurs financiers, techniques, environnementaux et humains. Parmi les risques financiers, on retrouve des imprévus dans le coût des matériaux ou des variations des prix sur le marché. Les risques techniques sont liés aux erreurs de conception ou à des défauts dans l'exécution des travaux. En outre, des risques environnementaux, comme les conditions climatiques défavorables, ou des risques humains, tels que les accidents du travail ou les conflits entre les acteurs du projet, peuvent également survenir. La gestion de ces risques nécessite donc une approche systématique et multidimensionnelle, intégrant des stratégies préventives et réactives pour protéger les intérêts de toutes les parties.

Dans ce contexte, la gestion des risques se doit d'être proactive et intégrée à chaque phase du projet. Elle ne se limite pas à une simple identification des dangers, mais inclut également l'évaluation, l'analyse, et la mise en place de mesures adaptées pour chaque type de risque. Les méthodologies employées pour gérer ces risques sont multiples, et varient en fonction de la nature du projet, de sa taille et des spécificités locales. Les approches prédictives, basées sur des modèles statistiques et des données historiques, sont couramment utilisées pour anticiper certains risques et déterminer des stratégies de mitigation (Aven, 2016). D'autre part, des méthodologies plus agiles, qui se concentrent sur la flexibilité et l'adaptabilité face à des conditions changeantes, sont de plus en plus favorisées dans les projets à forte incertitude.

Malgré la diversité des approches, une question centrale demeure : comment intégrer ces différentes méthodes pour créer une gestion des risques efficace et adaptée aux spécificités de chaque projet de construction ? C'est ce défi que cette recherche se propose d'explorer en analysant les pratiques actuelles de gestion des risques dans le secteur de la construction et en identifiant les facteurs clés qui influencent leur efficacité. En outre, l'étude examinera les relations entre la gestion des risques et les résultats des projets, notamment en termes de respect des délais, de maîtrise des coûts et de qualité des réalisations.

Ainsi, cette recherche vise à fournir une compréhension approfondie des mécanismes de gestion des risques dans la construction et à proposer des solutions concrètes pour améliorer cette gestion au sein des entreprises du secteur. Une attention particulière sera portée aux pratiques actuelles et à leur impact sur la performance des projets, en tenant compte des différents types de risques et des stratégies mises en place pour les minimiser.

## **Introduction**

L'industrie de la construction joue un rôle vital dans le développement économique et social des sociétés modernes. De la création de logements à la construction d'infrastructures de transport ou d'énergie, elle façonne l'infrastructure nécessaire au fonctionnement des nations. Cependant, cette importance est accompagnée de défis majeurs, notamment en matière de gestion des risques. En effet, les projets de construction sont intrinsèquement exposés à une multitude de risques, allant des problèmes financiers aux défis techniques, en passant par les risques environnementaux et les problèmes de sécurité. Ces risques peuvent avoir des conséquences catastrophiques, entraînant des retards, des dépassements de coûts et parfois des échecs complets de projet, avec des impacts non seulement financiers mais aussi sociaux et environnementaux.

L'ampleur et la complexité des projets de construction ont considérablement évolué. Les constructions modernes, telles que les gratte-ciel, les complexes multifonctionnels ou les infrastructures de transport, impliquent un grand nombre de parties prenantes, des exigences techniques pointues, et des contraintes strictes en matière de temps et de budget. Selon une étude de McKinsey & Company, environ 98% des projets de construction dépassent leurs budgets initiaux, et 77% subissent des retards significatifs (McKinsey & Company, 2020). Ces chiffres témoignent des difficultés inhérentes à la gestion des risques dans un environnement où les enjeux financiers sont élevés et où les erreurs peuvent se traduire par des pertes substantielles.

L'une des causes principales des retards sur les chantiers est identifiée par le Project Management Institute (2020), qui rapporte que 44% des projets internationaux rencontrent des problèmes liés à la chaîne d'approvisionnement. Cette donnée met en lumière l'importance de l'identification et de la gestion des risques dès les premières étapes des projets. À cet égard, la gestion des risques a évolué au fil des années pour devenir une discipline stratégique, qui va au-delà de la simple gestion réactive. Une étude de Loosemore et al. (2006) souligne que la gestion proactive des risques permet non seulement de minimiser les impacts négatifs mais aussi d'améliorer la performance globale des projets en termes de qualité, de coûts et de délais.

Les concepts fondamentaux de la gestion des risques dans la construction incluent l'analyse des risques, la cartographie des risques et la mise en place de plans de contingence. Smith, Merna et Jobling (2009) insistent sur l'importance de l'analyse systématique des risques pour identifier les menaces potentielles et développer des stratégies d'atténuation adaptées. Des études empiriques ont également montré que l'adoption de pratiques structurées de gestion des risques peut conduire à une réduction significative des risques de dépassements de coûts et de délais, tout en améliorant la sécurité et la qualité des projets (Zou, Zhang, & Wang, 2007).

L'intégration de nouvelles technologies comme le Building Information Modeling (BIM) et l'intelligence artificielle a transformé la gestion des risques dans l'industrie. Ces outils permettent une meilleure anticipation des risques et une surveillance en temps réel des projets. Selon Eastman et al. (2011), le BIM a radicalement changé la manière dont les risques sont gérés, offrant une visualisation avancée des projets et une meilleure coordination entre les parties prenantes.

Cependant, malgré ces progrès, les défis persistent. L'intégration des risques environnementaux, l'adaptation des pratiques aux contextes culturels et géographiques, et la gestion des risques émergents liés aux nouvelles technologies restent des enjeux majeurs pour l'industrie. Goh et Loosemore (2017) soulignent que la gestion des risques dans la construction doit continuer à évoluer pour répondre aux nouvelles réalités, notamment celles liées aux changements climatiques et à la pression des parties prenantes locales.

Ainsi, l'objectif de ce mémoire est de fournir une analyse approfondie de l'impact des techniques de gestion des risques et de proposer des recommandations pratiques pour renforcer ces pratiques dans l'industrie de la construction. Dans les chapitres suivants, nous allons d'abord explorer le cadre théorique, définir les variables clés de notre recherche, et élaborer notre question de recherche. Ensuite, nous aborderons le cadre opératoire et méthodologique, en détaillant les dimensions et indicateurs à considérer, les méthodes de collecte des données, et enfin, l'analyse des résultats avant de proposer des recommandations concrètes.

## **CHAPITRE 1. PARTIE INTRODUCTIVE**

### **1.1 Conversation sur la gestion des risques dans l'industrie de la construction**

La gestion des risques dans l'industrie de la construction est un élément fondamental qui influe sur le succès ou l'échec des projets. La construction est un secteur où l'incertitude et la complexité sont omniprésentes, et les risques peuvent émerger à chaque étape du cycle de vie d'un projet. De la planification initiale à l'exécution, en passant par la phase de conception et la livraison finale, chaque décision peut entraîner des conséquences qui affectent la rentabilité, la sécurité, la qualité, ainsi que la satisfaction des parties prenantes. Ainsi, comprendre et maîtriser ces risques est essentiel pour garantir la réussite des projets et optimiser les ressources disponibles.

#### **1.1.1 La gestion des risques dans la construction : un défi fondamental**

Dans l'industrie de la construction, la gestion des risques ne consiste pas uniquement à réagir face aux problèmes lorsqu'ils surgissent, mais à anticiper, évaluer et traiter les menaces potentielles dès les premières phases du projet. Ce processus est essentiel car il permet d'identifier des dangers qui, s'ils sont ignorés ou mal gérés, peuvent entraîner des pertes financières substantielles, des retards, voire des échecs complets de projet.

Les défis en matière de gestion des risques sont multiples et peuvent varier en fonction de la taille du projet, de sa localisation géographique, des parties prenantes impliquées, des conditions climatiques, ainsi que des aspects réglementaires et financiers. Selon Bower & Shephard, 2010) de nombreux projets de construction dépassent leurs budgets et rencontrent des retards importants, ce qui reflète la complexité et l'incertitude qui caractérisent ce secteur. Les risques auxquels l'industrie de la construction fait face sont nombreux et variés, chacun nécessitant des stratégies de gestion spécifiques :

**Risques financiers :** Les dépassements de coûts restent l'un des risques les plus fréquents dans la construction, souvent dus à des prévisions budgétaires insuffisantes, à des changements dans la conception du projet ou à des erreurs dans la gestion des ressources (Zou, Zhang & Wang, 2007). La gestion des risques financiers repose sur une évaluation



rigoureuse des coûts et une surveillance continue tout au long du projet pour éviter les dérives budgétaires.

**Risques techniques** : Avec l'augmentation de la complexité des projets, tels que la construction d'infrastructures de transport ou de bâtiments à haute technologie, les risques techniques se multiplient. Des erreurs dans la sélection des matériaux, des défaillances des spécifications techniques ou des défauts dans la conception peuvent gravement compromettre le bon déroulement d'un projet. Une étude de Bower et Shephard (2010) souligne que la gestion des risques techniques devient d'autant plus importante avec l'intégration de nouvelles technologies.

**Risques environnementaux** : Les préoccupations environnementales sont de plus en plus au cœur des défis que rencontre l'industrie. Les risques liés aux conditions climatiques extrêmes, aux réglementations environnementales strictes ou à l'impact de la construction sur les ressources naturelles sont des facteurs essentiels à considérer. Selon Goh et Loosemore (2017), la gestion des risques environnementaux doit être intégrée dans les stratégies de gestion des risques pour éviter que des perturbations liées à ces facteurs n'affectent les délais ou la qualité des projets.

**Risques liés à la sécurité** : La sécurité sur les chantiers de construction est un enjeu majeur, avec des conséquences parfois graves sur le plan humain et économique. Les accidents, qu'ils soient mineurs ou majeurs, entraînent des retards, des coûts imprévus et affectent la réputation des entreprises. Selon le **Project Management Institute** (2020), 44 % des projets rencontrent des problèmes liés à la chaîne d'approvisionnement, ce qui peut indirectement affecter la sécurité en perturbant l'approvisionnement en matériaux et équipements nécessaires.

**Risques juridiques et réglementaires** : L'évolution constante des exigences légales et réglementaires dans le secteur de la construction introduit des risques supplémentaires. Le non-respect des normes de sécurité, des réglementations environnementales ou des lois locales peut entraîner des sanctions financières et des retards dans la réalisation du projet. Loosemore et al. (2006) expliquent que la gestion des risques juridiques est essentielle pour éviter les litiges et garantir la conformité aux normes en vigueur.

La gestion des risques dans la construction nécessite donc des outils, des stratégies et des compétences spécifiques pour évaluer, hiérarchiser et traiter les différents types de risques. Une gestion proactive passe par la mise en place de plans d'action détaillés, permettant de minimiser les impacts négatifs sur le projet tout en maximisant ses chances de succès. Cette approche implique une coopération étroite entre les différentes parties prenantes du projet : architectes, ingénieurs, entrepreneurs, fournisseurs, autorités locales et clients.

Ainsi, la gestion des risques dans l'industrie de la construction est non seulement une nécessité, mais elle doit être intégrée dès les premières étapes de tout projet pour garantir que les objectifs du projet soient atteints dans le respect des délais, du budget, et des normes de qualité. Les entreprises qui réussissent à adopter une approche proactive et intégrée de la gestion des risques sont celles qui sont les mieux équipées pour faire face à l'incertitude et aux défis quotidiens du secteur.

### **1.1.2 L'évolution de la gestion des risques : des méthodes traditionnelles aux nouvelles approches**

La gestion des risques dans l'industrie de la construction a évolué de manière significative au fil des décennies. Les pratiques qui étaient autrefois réactives et basées sur l'expérience des gestionnaires de projet ont progressivement évolué vers des méthodologies plus structurées et proactives, permettant de mieux anticiper et atténuer les risques potentiels. Cette évolution s'est opérée à travers l'adoption de nouvelles approches, ainsi que l'intégration de technologies modernes dans les processus de gestion des risques.

## **1. Méthodes traditionnelles de gestion des risques**

Les premières pratiques de gestion des risques dans la construction étaient principalement réactives et reposaient sur l'expérience des professionnels du secteur. Les gestionnaires de projet se contentaient souvent d'identifier les risques après qu'ils se soient manifestés, et adoptaient des mesures correctives pour les résoudre. Cela incluait des démarches telles que :

- **L'expérience et l'intuition** : Les gestionnaires de projet se fient souvent à leur expertise et à des connaissances tacites pour identifier et évaluer les risques. Ces

évaluations étaient souvent subjectives et non documentées, ce qui limitait la capacité de prévoir les risques de manière systématique (Sullivan et al., 2016).

- **Les réunions de suivi et les rapports** : Les réunions étaient utilisées pour discuter des problèmes déjà identifiés, tandis que les rapports permettaient de suivre l'évolution du projet. Cependant, ces méthodes étaient souvent réactives et manquaient de structure, ce qui rendait difficile une gestion proactive des risques (Hillson, 2012).
- **Planification à court terme** : Les risques étaient souvent évalués à court terme, avec peu d'anticipation des défis à long terme. Les erreurs étaient corrigées au fur et à mesure qu'elles se produisaient, mais les processus d'évaluation étaient moins formalisés.

## 2. Les nouvelles approches et la gestion proactive des risques

Avec l'augmentation de la complexité des projets, de nouvelles approches ont émergé pour traiter la gestion des risques de manière plus systématique et intégrée. Aujourd'hui, la gestion des risques est considérée comme un processus continu, qui s'étend tout au long du cycle de vie du projet. Les principales évolutions incluent :

- **L'intégration de l'analyse systématique des risques** : Les méthodes modernes incluent des outils d'analyse qualitatifs et quantitatifs, comme la cartographie des risques et les plans de contingence détaillés, qui permettent une évaluation plus précise des risques. Ces techniques visent à identifier, prioriser et planifier les actions à prendre pour prévenir les risques avant qu'ils ne se matérialisent (Fischer et al., 2016).
- **L'utilisation des technologies avancées** : Le *Building Information Modeling* (BIM), l'intelligence artificielle (IA), et les drones sont désormais utilisés pour surveiller en temps réel les conditions du chantier et anticiper les risques. Ces technologies permettent une meilleure gestion de la chaîne d'approvisionnement, une coordination accrue des équipes, et une visualisation 3D des risques potentiels dès la phase de conception (Eastman et al., 2011).
- **Gestion intégrée des risques** : La gestion des risques est aujourd'hui vue comme un élément clé de la stratégie de gestion de projet. Elle est intégrée dès les premières phases de conception et se poursuit tout au long du projet. Cela implique une approche

collaborative, où toutes les parties prenantes participent activement à l'identification, à l'évaluation, et à la gestion des risques.

- **La gestion des risques basés sur les données** : L'analytique avancée et le big data permettent de collecter et d'analyser des données en temps réel pour prédire les risques avant qu'ils ne se matérialisent. Cela aide à une meilleure prise de décision et à une plus grande efficacité dans la gestion des risques.

### 1.1.3 Les enjeux de la gestion des risques dans un environnement complexe

La gestion des risques dans l'industrie de la construction, tout comme dans de nombreux secteurs, évolue face à des environnements de plus en plus complexes, marqués par une multitude de facteurs interconnectés. Dans ce contexte, les gestionnaires de projet doivent non seulement évaluer des risques techniques, financiers ou réglementaires, mais aussi comprendre la manière dont ces différents éléments interagissent au sein d'un système global. Ce phénomène, connu sous le nom de "*complexité systémique*", fait référence à l'importance de l'interdépendance des variables et de leur impact potentiel sur l'ensemble du projet (Schaub et al., 2015). Par exemple, un retard dans la livraison des matériaux peut avoir des conséquences en chaîne, affectant la planification des équipes, la sécurité sur le chantier et, par conséquent, le budget global du projet (Hillson, 2012).

Les enjeux de la gestion des risques deviennent nécessaires lorsque l'on considère l'impact de facteurs externes, tels que les changements climatiques, les crises économiques, ou les évolutions des normes environnementales. Ces éléments peuvent engendrer des risques imprévisibles et nécessiter une capacité d'adaptation rapide et efficace. Par exemple, des événements climatiques extrêmes peuvent rendre des sites de construction inaccessibles pendant des périodes prolongées, entraînant des coûts supplémentaires et des retards. De même, les exigences environnementales de plus en plus strictes peuvent imposer des ajustements en cours de projet, augmentant ainsi la charge de travail et le besoin d'une gestion proactive des risques (Aven, 2015).

L'un des principaux défis de cette gestion complexe des risques est la nécessité de disposer d'une approche flexible et dynamique. En effet, dans des environnements de plus en plus incertains, il ne suffit plus de se contenter de plans de gestion des risques rigides ou figés. Les nouvelles méthodologies de gestion des risques, comme l'analyse dynamique des risques ou les simulations Monte Carlo, permettent de mieux anticiper

l'impact des risques tout au long du projet, en prenant en compte l'évolution de ces risques en temps réel (Fischer et al., 2016). De plus, ces approches visent à minimiser les impacts négatifs des risques, tout en maximisant les opportunités qui peuvent en découler, ce qui représente un enjeu majeur pour la réussite des projets dans un environnement complexe.

#### **1.1.4 Transition vers le débat sur les stratégies de gestion des risques**

La gestion des risques dans la construction n'est pas seulement une question de gestion réactive face aux événements imprévisibles ; elle nécessite également une réflexion stratégique sur les approches à adopter pour minimiser les risques avant qu'ils ne surviennent. Ces dernières années, les débats sur les stratégies de gestion des risques ont évolué, notamment en raison des nouveaux défis auxquels l'industrie de la construction est confrontée. Les discussions actuelles se concentrent sur l'intégration de différentes approches pour répondre à des risques de plus en plus complexes et variés, tout en cherchant à améliorer les résultats du projet en termes de délais, de coûts et de qualité.

### **1.2 Débats**

#### **1.2.1 Introduction aux débats sur la gestion des risques**

La gestion des risques dans le cadre des projets de construction suscite des discussions théoriques et pratiques variées. Ces débats sont essentiellement centrés sur deux grandes approches : l'approche prédictive, souvent associée à une gestion des risques basée sur des prévisions rigides et des processus linéaires, et l'approche agile, qui propose une flexibilité accrue face à l'incertitude et à l'évolution des projets. Ces divergences soulignent des méthodologies opposées dans la manière d'anticiper, d'évaluer et de répondre aux risques, mais elles partagent un objectif commun : optimiser la réussite des projets tout en minimisant les impacts négatifs (Smith, 2020). Ces débats ne sont pas seulement théoriques ; ils influencent directement la pratique de gestion des risques, surtout dans des environnements aussi complexes et dynamiques que la construction (Davis & Walker, 2019).

Les discussions actuelles sur la gestion des risques en construction révèlent les tensions entre des approches qui privilégient la stabilité et la prévision (approches prédictives), et celles qui misent sur la flexibilité et l'adaptation continue (approches agiles). La transition entre ces deux paradigmes soulève des questions prépondérantes pour les gestionnaires

de projets, telles que la manière de concilier des processus rigides avec l'agilité nécessaire pour faire face aux imprévisibles. Il devient donc essentiel de comprendre en profondeur les différents courants théoriques qui influencent ces pratiques, ainsi que les avantages et inconvénients de chaque approche.

La suite de cette analyse s'intéressera à ces débats théoriques et à la manière dont ils se traduisent dans les stratégies de gestion des risques appliquées sur les chantiers de construction, en mettant l'accent sur les tensions entre les approches prédictives et agiles. Nous explorerons notamment les modèles de gestion de projet qui intègrent ces différentes méthodologies, tout en étudiant les impacts sur les coûts, les délais, et la qualité des livrables. Ce débat théorique aura pour objectif de fournir une vision complète des enjeux auxquels sont confrontés les praticiens de la gestion des risques dans la construction, en se fondant sur les recherches actuelles et les pratiques de terrain.

### **1.2.2 Approches prédictives et quantitatives en gestion des risques**

L'approche prédictive et quantitative en gestion des risques se distingue par sa volonté de prévoir et de contrôler les risques avant qu'ils ne surviennent, en utilisant des outils analytiques et des données objectives pour modéliser le futur. Elle repose sur des méthodes rigoureuses permettant d'identifier les risques potentiels, d'évaluer leur probabilité et d'en mesurer les impacts avant même qu'ils ne deviennent effectifs. Cette approche est largement utilisée dans des environnements où les projets peuvent être planifiés avec un certain degré de prévisibilité, notamment dans les secteurs industriels ou la construction, où les variables de production et les processus sont relativement stables et bien documentés.

#### **✓ Fondations théoriques et outils de l'approche prédictive**

Les approches prédictives s'appuient sur plusieurs méthodes quantitatives, qui utilisent des données historiques, des modèles statistiques et des simulations pour prévoir les risques. Par exemple, l'analyse de Monte Carlo, qui utilise des simulations de probabilités pour estimer l'impact des risques sur les délais, coûts et performances d'un projet, permet d'identifier les zones de vulnérabilité en fonction de diverses hypothèses de scénario. Cette méthode est particulièrement efficace pour évaluer l'incertitude dans les projets complexes, où il existe plusieurs variables et facteurs d'incertitude interconnectés. Elle

est couramment utilisée pour l'estimation de coûts dans les projets de construction, où les incertitudes financières peuvent être modélisées avec une probabilité.

Un autre outil fondamental de l'approche prédictive est le diagramme de Gantt. Cet outil de planification permet de suivre l'évolution des tâches dans le temps et d'identifier les risques liés aux délais. Il est particulièrement utile dans les projets où la gestion du temps est critique et où l'anticipation des délais est essentielle pour éviter des retards coûteux.

Les arbres de décision, quant à eux, sont utilisés pour aider les gestionnaires de projet à prendre des décisions stratégiques basées sur une analyse des conséquences de chaque option en termes de risque. En choisissant entre plusieurs alternatives, les arbres de décision aident à visualiser les différentes ramifications possibles d'un risque, offrant une approche systématique pour gérer les compromis.

### **✓ Applications pratiques dans la construction**

Dans le secteur de la construction, les approches prédictives sont particulièrement utiles pour évaluer et gérer les risques associés aux retards, aux coûts imprévus, ainsi qu'aux conditions de travail. Par exemple, les outils quantitatifs comme l'analyse de Monte Carlo sont utilisés pour simuler différentes configurations de coûts et de délais dans des projets d'envergure, où les risques sont souvent liés à des événements externes (comme les intempéries) ou à des erreurs de planification. L'utilisation des prévisions statistiques basées sur les données historiques permet de minimiser l'incertitude et d'améliorer les décisions prises en amont du projet.

Les études d'Akintoye et MacLeod (1997) et de Flanagan et Norman (1993) montrent que l'application de méthodes quantitatives dans les projets de construction aide non seulement à quantifier les risques mais aussi à les prioriser en fonction de leur impact potentiel sur le projet. Cette capacité à prédire les événements négatifs avant qu'ils ne surviennent permet de réduire les pertes financières et d'améliorer la rentabilité des projets en ajustant les budgets et les plannings à temps.

### **✓ Limites et critiques de l'approche prédictive**

Malgré ses avantages, l'approche prédictive en gestion des risques présente plusieurs limitations, particulièrement lorsqu'elle est appliquée dans des contextes où l'incertitude

et la dynamique du marché sont élevées. Les principales critiques se concentrent sur sa rigidité et son incapacité à réagir de manière proactive aux changements rapides et imprévisibles. En effet, les prévisions effectuées sur la base de données historiques ou de modèles statiques peuvent ne pas être adaptées lorsque des facteurs externes perturbateurs, tels que des crises économiques, des innovations technologiques ou des changements réglementaires, interviennent en cours de projet.

L'approche prédictive repose largement sur des données passées et des modèles fixes, ce qui peut la rendre inadaptée à des environnements plus complexes ou changeants. Par exemple, un projet de construction en milieu urbain, soumis à une multitude de réglementations et d'incertitudes sociales, peut rencontrer des difficultés à s'adapter aux méthodes rigides de prévision.

Aven (2016) mentionne que les méthodes quantitatives, tout en étant utiles pour la gestion des risques connus et prévisibles, ne permettent pas toujours d'anticiper des risques inconnus ou émergents, ce qui limite leur capacité à gérer des événements exceptionnels. Ce manque de flexibilité dans l'adaptation aux nouvelles informations est souvent perçu comme une des principales faiblesses des approches prédictives.

### **✓ Intégration de la gestion des risques et de l'analyse des coûts**

Un autre aspect où l'approche prédictive trouve son utilité est dans l'intégration de la gestion des risques avec l'analyse des coûts. Dans de nombreux projets de construction, la gestion proactive des risques financiers est essentielle pour éviter des dépassements de budget. Les outils comme l'analyse de la valeur acquise (EVM) et l'analyse de sensibilité permettent de lier directement l'évaluation des risques aux coûts et aux délais, ce qui facilite une prise de décision informée sur l'allocation des ressources et la gestion des imprévus.

Cependant, comme le souligne Chapman et Ward (2003), bien que ces outils offrent une structure robuste pour la gestion des risques, ils doivent être utilisés avec prudence, car les risques imprévisibles et les changements non planifiés peuvent facilement déstabiliser les prévisions.

### **✓ Vers une gestion hybride des risques**



Face aux limites de l'approche prédictive, certaines entreprises du secteur de la construction commencent à adopter des approches hybrides, combinant des méthodes prédictives et agiles. Cela permet de tirer parti des prévisions basées sur des données quantitatives tout en maintenant une flexibilité nécessaire pour gérer des risques imprévisibles. Cette combinaison d'approches prédictives et adaptatives est vue comme une solution potentiellement plus robuste pour la gestion des risques dans un environnement de plus en plus dynamique (Bunni, 2003).

L'approche prédictive et quantitative en gestion des risques offre une solide base de prévisions pour les projets de construction, particulièrement dans des environnements où les variables sont bien connues et relativement stables. Toutefois, elle souffre de certaines limitations liées à sa rigidité face aux changements imprévisibles et à sa dépendance vis-à-vis des données historiques. L'intégration de ces approches avec des méthodes plus flexibles ou hybrides pourrait bien représenter l'avenir de la gestion des risques dans des secteurs de plus en plus incertains et complexes.

### **1.2.3 Approche agile et flexible en gestion des risques**

L'approche agile en gestion des risques se distingue par sa capacité à évoluer et à s'adapter rapidement face à des situations imprévisibles. Contrairement aux méthodes prédictives, qui s'appuient sur des prévisions rigoureuses et une planification à long terme, l'approche agile met l'accent sur l'adaptabilité, la collaboration et la gestion dynamique des risques. Elle est particulièrement adaptée aux environnements complexes et incertains, où les risques sont souvent mal définis ou susceptibles d'évoluer rapidement (Beck et al., 2001).

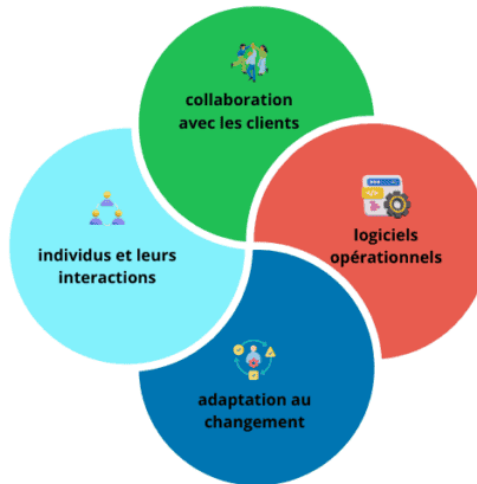


Figure 1 : Méthode Agile : C'est Quoi ce Système de Gestion de Projet

source : <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fentrepreneurenvous.com%2Fgestion-de-projet-agile%2F&psig=AOvVaw3OTRpVCrx09mCujxDiymSV&ust=1733487809240000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCJCMprvPkIoDFQAAAAAdAAAAABAE>

## ✓ Principes fondamentaux de l'approche agile

Les principes de l'approche agile, inspirés du *Manifeste Agile*, se concentrent sur la livraison incrémentale, l'adaptation continue et la collaboration avec les parties prenantes. Ces principes permettent de gérer les risques à travers des cycles courts de planification, d'exécution et de rétroaction (*feedback*). En intégrant des évaluations régulières et en ajustant les priorités en temps réel, cette méthode permet de réduire l'impact des risques avant qu'ils ne deviennent critiques.

L'agilité en gestion des risques implique également une forte réactivité face aux nouvelles informations. Cela signifie qu'en cas de changement imp qu'il s'agisse d'une fluctuation des coûts des matériaux, d'un problème de conception, ou d'une contrainte réglementaire émergente les équipes sont prêtes à modifier les plans et les processus pour minimiser les impacts négatifs. Cette capacité d'adaptation continue est essentielle dans les secteurs où

les incertitudes sont omniprésentes, comme la construction ou les projets technologiques complexes (Highsmith, 2009).

### ✓ **Méthodologies clés et outils agiles**

Parmi les méthodologies agiles couramment utilisées pour gérer les risques, le cadre Scrum est souvent privilégié. Ce cadre repose sur des réunions quotidiennes (*daily stand-ups*) et des itérations courtes (*sprints*), qui permettent de réévaluer régulièrement les priorités et les risques associés à chaque phase du projet. Les *Kanban boards* (tableaux Kanban) sont également utilisés pour visualiser et gérer les flux de travail en temps réel, identifiant ainsi les obstacles potentiels avant qu'ils ne deviennent des problèmes majeurs.

L'intégration d'un registre des risques agile (*risk backlog*) est une autre caractéristique clé. Contrairement aux registres de risques traditionnels, un *risk backlog* est constamment mis à jour pour refléter les changements dans le projet et les nouveaux risques identifiés. Cela permet aux équipes de prioriser les actions et de s'assurer que les ressources sont allouées aux risques les plus critiques.

### ✓ **Applications pratiques dans le secteur de la construction**

Bien que l'approche agile soit historiquement associée au développement de logiciels et à la gestion de projets technologiques, son adoption dans le secteur de la construction est en hausse. Les projets de construction modernes, qui impliquent souvent plusieurs parties prenantes, des environnements complexes et des innovations technologiques comme le BIM (*Building Information Modeling*), bénéficient de la flexibilité et de la collaboration inhérente aux pratiques agiles.

Par exemple, l'utilisation de cycles courts pour revoir les plans architecturaux ou évaluer l'impact des changements réglementaires peut réduire les retards et améliorer la coordination entre les parties prenantes. Une étude de Zou, Zhang et Wang (2007) a montré que l'agilité dans la gestion des risques favorise une prise de décision rapide et améliore la communication, deux éléments importants pour gérer les incertitudes dans des projets de grande envergure.

### ✓ **Avantages et limites de l'approche agile**

L'un des principaux avantages de l'approche agile est sa capacité à gérer des risques émergents dans des environnements dynamiques. Elle encourage une culture de transparence, où les parties prenantes sont constamment informées des risques et des décisions prises pour les atténuer. Cela conduit à une plus grande résilience organisationnelle et à une amélioration des résultats des projets (Schwaber, 2004).

Cependant, cette approche présente également certaines limites. Tout d'abord, elle nécessite une communication constante et une forte implication des parties prenantes, ce qui peut être difficile à maintenir sur des projets de grande envergure. De plus, son caractère moins structuré peut poser problème dans des projets où une documentation rigoureuse ou une conformité stricte est requise, comme c'est souvent le cas dans le secteur de la construction.

#### **1.2.4 Divergences théoriques entre approches prédictives et agiles**

Les approches prédictives et agiles en gestion des risques représentent deux paradigmes distincts, qui divergent fondamentalement sur plusieurs aspects clés : la planification, la gestion des incertitudes, et la manière d'aborder la flexibilité et la collaboration. Ces divergences théoriques suscitent des débats importants dans la littérature académique, notamment dans le secteur de la construction, où l'équilibre entre rigueur et adaptabilité est souvent difficile à atteindre.

##### **Différences dans la planification et la gestion des incertitudes**

Les approches prédictives se caractérisent par une planification linéaire et détaillée des activités à l'aide de modèles rigoureux, visant à minimiser les incertitudes en amont. Par exemple, l'utilisation de la méthode de Monte Carlo et des diagrammes de Gantt permet de prédire avec précision les délais et coûts d'un projet (Chapman & Ward, 2003). Ce cadre théorique repose sur l'idée que les risques peuvent être anticipés et maîtrisés par une analyse approfondie des données historiques et des scénarios ps (Aven, 2016).

En revanche, l'approche agile rejette l'hypothèse que toutes les incertitudes peuvent être éliminées. Elle met l'accent sur l'adaptabilité et la gestion dynamique des imprévisibles. Plutôt que de chercher à prévoir les risques de manière exhaustive, l'approche agile les traite au fur et à mesure de leur apparition, à travers des cycles courts de rétroaction et des ajustements

réguliers (Beck et al., 2001). Ainsi, là où les approches prédictives privilégient la stabilité et le contrôle, les méthodes agiles valorisent la réactivité et la flexibilité.

### **Rôle de la collaboration et de la communication**

Dans l'approche prédictive, la communication se concentre souvent sur des rapports périodiques et une documentation exhaustive. Cette structure hiérarchique favorise une formalisation des processus, mais peut limiter la prise de décision rapide en cas d'imp (Davis & Walker, 2019). À l'inverse, l'approche agile repose sur des interactions fréquentes entre les parties prenantes, ce qui facilite la communication et la résolution proactive des problèmes. Par exemple, les réunions quotidiennes (daily stand-ups) caractéristiques du cadre Scrum permettent une évaluation rapide des risques émergents (Schwaber, 2004).

### **Impact sur la gestion des projets de construction**

Dans le secteur de la construction, les divergences théoriques entre ces deux approches sont particulièrement marquées. Les projets de grande envergure, tels que les infrastructures publiques, s'appuient généralement sur des modèles prédictifs en raison de leur complexité et des exigences réglementaires strictes. Cependant, cette rigidité peut entraîner des inefficacités lorsque des imp surviennent, comme des changements dans les normes environnementales ou des conditions météorologiques défavorables (Flanagan & Norman, 1993).

Les projets nécessitant une collaboration interdisciplinaire, comme ceux intégrant le BIM (Building Information Modeling), tirent davantage parti des principes agiles, notamment en termes de flexibilité et de gestion en temps réel (Zou, Zhang, & Wang, 2007). L'agilité est particulièrement bénéfique pour gérer les incertitudes liées à l'innovation technologique ou aux interactions complexes entre les parties prenantes.

Ces divergences mettent en lumière l'importance de contextualiser le choix des approches. Si l'approche prédictive offre une base robuste pour des environnements stables et bien définis, l'agilité se révèle essentielle dans des contextes dynamiques et imprévisibles. Les recherches récentes plaident de plus en plus pour une approche hybride qui permettrait de combiner les avantages de ces deux paradigmes (Bunni, 2003).

### **1.2.5 Optimisation des délais et des coûts : un défi central**

L'optimisation des délais et des coûts représente un défi majeur dans la gestion des risques, quels que soient les types d'approches utilisées. Qu'il s'agisse d'approches prédictives ou agiles, les gestionnaires de projets doivent constamment chercher à équilibrer les contraintes temporelles et budgétaires tout en minimisant les risques associés. Cependant, la manière dont ces deux approches abordent l'optimisation des délais et des coûts varie sensiblement, reflétant leurs philosophies respectives.

#### **1.2.5.1 L'approche prédictive : planification et contrôle rigoureux**

Dans le cadre de l'approche prédictive, l'optimisation des délais et des coûts repose sur une planification minutieuse et une gestion proactive. Le risque de dépassement des délais ou de surcoût est perçu comme un écart par rapport au plan initial, et il est donc essentiel de définir des prévisions détaillées dès le début du projet. L'objectif est de prévoir les coûts et les délais avec une grande précision, de manière à éviter toute surprise ou déviation imprevue. Cette planification est généralement accompagnée d'une estimation des ressources et des coûts à travers des outils d'analyse comme la gestion de la valeur acquise (EVM) et les calculs de la valeur actuelle nette (VAN), qui servent à mesurer l'avancement du projet par rapport aux prévisions.

- **La gestion de la valeur acquise (EVM) :** La Gestion de la Valeur Acquisée (ou Earned Value Management - EVM) est une technique assez simple de mesure de l'avancement de projet et de projection sur le futur, sur la base d'une technique de gestion de coût. Cette méthode permet de suivre la performance d'un projet en comparant les progrès réalisés par rapport au budget et au calendrier prévus. L'EVM mesure l'écart entre le travail accompli, les coûts réels engagés et les prévisions, permettant ainsi de détecter rapidement tout dérapage et de prendre des mesures correctives (Management de projets, Management d'équipes, Battandier, 2009).

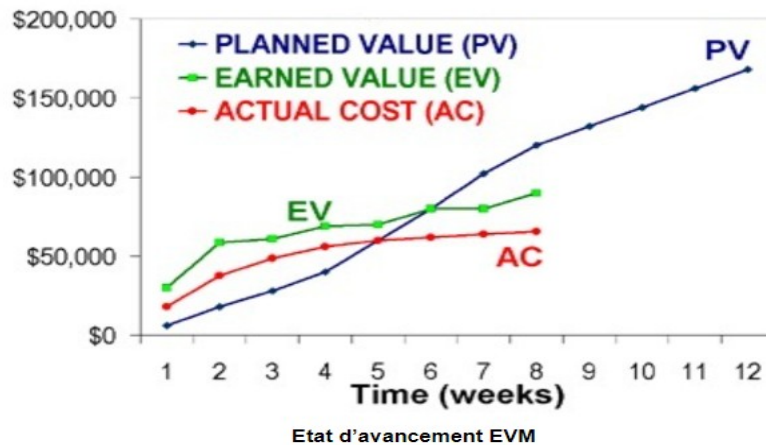


Figure 2: La gestion de la valeur acquise (EVM)  
 Source : *Management de projets, Management d'équipes*. Récupéré sur <http://alain.battandier.free.fr/spip.php?article12>

La gestion de la valeur acquise s'appuie sur 3 indicateurs clés

- **PV (Plan Value)** : plan budgétaire, indiquant la planification des dépenses sur la durée de vie du projet
- **AC (Actual Cost)** : le budget réellement dépensé
- **EV (Earned Value)** : le budget correspondant au travail effectué, indépendamment du budget réellement dépensé.
- **La valeur actuelle nette (VAN)** : L'analyse de la VAN sert à évaluer la rentabilité d'un projet, en prenant en compte l'actualisation des flux de trésorerie futurs. Ce calcul est utile pour déterminer si un projet est toujours viable financièrement et pour ajuster les actions en fonction des écarts observés. La Valeur Actuelle Nette (VAN) se présente comme un outil décisif dans l'évaluation financière des projets d'investissement, permettant de mesurer la création de valeur que ces derniers sont susceptibles d'apporter. En actualisant les flux nets de trésorerie ps à un taux reflétant le coût du capital, elle offre un aperçu clair de la rentabilité potentielle. Un projet est jugé attrayant si sa VAN est positive, indiquant ainsi qu'il génère une plus-value par rapport à un investissement de référence. Ce critère aide les gestionnaires à orienter leurs décisions d'investissement, en privilégiant les projets les plus enrichissants (Expert-Comptable en ligne.)

Ces outils permettent de maintenir un contrôle rigoureux et d'assurer une gestion proactive des risques liés aux coûts et aux délais, ce qui est particulièrement important dans les projets à fort budget ou les projets d'envergure où les coûts et les délais doivent être strictement respectés.

### 1.2.5.2 L'approche agile : flexibilité et ajustements continus

À l'opposé, l'approche agile adopte une vision plus flexible de la gestion des coûts et des délais. Dans ce modèle, l'optimisation ne se fait pas à travers une planification rigide et des prévisions exactes, mais par un processus itératif et adaptatif qui permet de réagir rapidement aux changements. L'approche agile met l'accent sur la **livraison rapide de valeur** et la **réactivité aux besoins du client**, ce qui rend nécessaire l'ajustement continu des priorités et des ressources en fonction des évolutions du projet (Glowbl, 2013 : *Méthode Agile : Améliorer la productivité et la flexibilité*).

- **Les sprints** : Dans un projet agile, les travaux sont organisés en cycles appelés *sprints*, au terme desquels un produit ou une fonctionnalité est livré. Cela permet d'obtenir un retour rapide et d'ajuster les priorités en fonction des besoins changeants du client. L'approche agile privilégie une gestion souple des délais, où les priorités peuvent être modifiées à la fin de chaque sprint (Gielen, 2017).
- **Les ajustements de ressources** : Dans les approches agiles, les ressources sont allouées en fonction des priorités évolutives du projet. Plutôt que de s'appuyer sur des prévisions fixes, l'agilité permet de réévaluer constamment les besoins en ressources (temps, budget, équipe) à chaque itération, ce qui offre une flexibilité accrue en cas de changements imprévus (Gielen, 2017).

Les méthodes agiles, en particulier dans le secteur technologique, permettent de répondre à l'incertitude et à l'évolution rapide des exigences des clients. Cependant, cette flexibilité peut entraîner des risques de dépassement de coûts ou de délais si les priorités ne sont pas bien gérées ou si les changements sont trop fréquents. Toutefois, en ajustant continuellement les priorités et en favorisant une collaboration étroite avec le client, l'approche agile vise à maximiser la valeur tout en contrôlant les risques liés aux coûts et aux délais de manière dynamique (Gielen, 2017).

### 1.2.5.3 Les implications pratiques pour l'optimisation des délais et des coûts

Les divergences théoriques entre les approches prédictives et agiles ont des répercussions sur la manière dont les projets sont gérés dans la réalité. Dans les projets qui nécessitent une prévisibilité stricte des délais et des coûts (par exemple, dans la construction ou l'ingénierie), l'approche prédictive reste souvent la plus adaptée, car elle permet de suivre les performances avec une grande précision grâce à des outils comme l'EVM et la VAN



(Kerzner, 2017). Ces outils permettent d'identifier rapidement les écarts par rapport au plan initial et d'ajuster les prévisions en conséquence, garantissant ainsi un contrôle plus strict des risques temporels et financiers (Project Management Institute, 2021).

Dans des secteurs où les projets sont plus incertains et où l'évolution rapide des technologies et des besoins client est une constante (comme dans le développement logiciel ou l'innovation produit), l'approche agile peut être plus appropriée. L'accent mis sur les itérations rapides, les ajustements continus et l'interaction constante avec le client permet de gérer les risques d'une manière plus souple et réactive, bien que cela puisse entraîner des fluctuations dans les coûts et les délais si les changements sont trop fréquents ou mal maîtrisés (Beck et al., 2001).

Ainsi, l'optimisation des délais et des coûts est une composante essentielle de la gestion des risques, que ce soit dans une approche prédictive ou agile. Chacune de ces approches a ses avantages et ses défis, et le choix entre elles dépend souvent des spécificités du projet, du secteur et du degré d'incertitude auquel il fait face (Highsmith, 2009).

#### **1.2.6 Intégration des méthodes prédictives et agiles (approches hybrides)**

La gestion de projet hybride, qui combine les approches prédictives et agiles, est une tendance émergente dans le domaine de la gestion des risques. Cette méthode permet de tirer parti des forces de chacune des deux approches pour mieux répondre aux besoins spécifiques des projets. L'hybridation est particulièrement pertinente dans des environnements complexes et dynamiques, tels que l'industrie de la construction, où la flexibilité et la rigueur doivent coexister pour assurer le succès des projets.

L'hybridation en gestion de projet désigne la combinaison de la méthode traditionnelle (prédictive) et des méthodes agiles. L'approche prédictive repose sur une planification linéaire et une organisation rigide en cascade (waterfall), tandis que les méthodes agiles se distinguent par leur souplesse et leur capacité à s'adapter rapidement aux changements. L'hybridation vise à concilier ces deux méthodologies pour créer une complémentarité qui maximise les chances de réussite des projets (Raoul, 2018).

Selon une enquête du *Project Management Institute (PMI)* réalisée en 2018, 23 % des chefs de projets utilisaient une approche hybride, contre aucune mention explicite de ce

concept dans leurs rapports en 2016. Ce chiffre illustre l'adoption croissante de cette méthode, qui devient un standard dans les référentiels modernes, comme le *PMBOK V6* ou les dernières mises à jour de *PRINCE2* (Raoul, 2018).

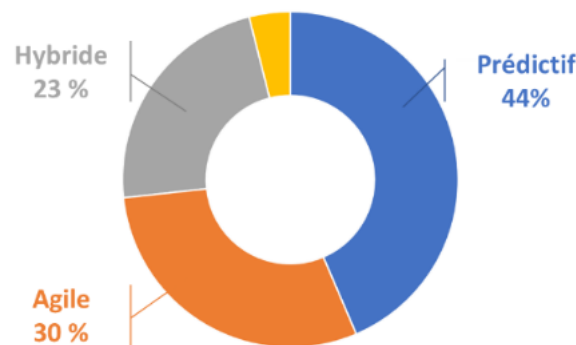


Figure 3: Survey of the Profession - Source PMI® 2018

Source : <https://www.cegos.fr/ressources/mag/projet/agile/management-de-projet-en-mode-hybride>

### ➤ Principes et avantages de l'hybridation

L'intégration des approches prédictives et agiles permet de capitaliser sur les forces des deux méthodes tout en atténuant leurs faiblesses. L'approche prédictive fournit une structure rigoureuse pour gérer les étapes bien définies du projet, comme l'estimation des coûts et des délais. En parallèle, les principes agiles favorisent une meilleure gestion des imps, une collaboration accrue entre les parties prenantes, et une révision constante des priorités (Emma, 2021).

Par exemple, dans un projet de construction, la phase initiale de conception peut être gérée de manière prédictive pour garantir un cadre solide, tandis que la phase de construction proprement dite peut adopter des cycles courts et itératifs pour gérer les aléas techniques et environnementaux (Raoul, 2018).

L'hybridation s'avère particulièrement adaptée à l'industrie de la construction, où les projets présentent à la fois des éléments prévisibles et des incertitudes importantes. Des outils comme le *Building Information Modeling (BIM)* facilitent l'adoption de cycles itératifs agiles, tout en s'appuyant sur une planification prédictive pour respecter les contraintes réglementaires et budgétaires.

Une enquête de *Scrum Alliance* a révélé que plus des trois quarts des gestionnaires de projet utilisent déjà des éléments hybrides sans nécessairement s'en rendre compte. Par exemple, dans certains projets, la planification financière suit une méthodologie prédictive, tandis que la coordination entre les équipes de terrain est gérée de manière agile (Emma, 2021).

### **Limites et défis de l'approche hybride**

Bien que l'hybridation apporte une flexibilité précieuse, elle nécessite une coordination rigoureuse pour éviter des conflits entre les deux méthodologies. L'absence d'un cadre normatif universel pour cette approche peut rendre son implémentation complexe. Par ailleurs, elle n'est pas adaptée à tous les projets ; des facteurs comme la taille, la durée et le contexte du projet doivent être pris en compte avant de décider de son adoption (Raoul, 2018).

L'hybridation des méthodes prédictives et agiles représente une avancée majeure dans la gestion des projets complexes, en particulier dans l'industrie de la construction. En combinant la rigueur des approches traditionnelles avec la flexibilité des méthodes agiles, elle offre une solution adaptable et performante. Cependant, son succès repose sur une compréhension claire des besoins spécifiques du projet et une mise en œuvre adaptée aux contraintes contextuelles.

#### **1.2.7 Synthèse des zones grises dans la littérature**

La gestion des risques dans l'industrie de la construction, en s'appuyant sur des approches prédictives, agiles ou hybrides, révèle des zones grises importantes dans la littérature. Ces zones grises reflètent les limites des cadres théoriques actuels et des pratiques observées dans le secteur. Leur identification permet de mieux comprendre les lacunes méthodologiques et les incertitudes auxquelles sont confrontés les gestionnaires de projets. Cette synthèse se concentre sur trois axes principaux : l'application contextuelle des approches, la compatibilité entre rigueur et flexibilité, et les implications pour la performance des projets.

##### **➤ Application contextuelle des approches**

Les débats théoriques sur la gestion des risques montrent que ni les approches prédictives ni les approches agiles ne sont universellement applicables. Par exemple, les approches

prédictives sont largement utilisées dans des projets bien structurés et à faible incertitude, mais elles deviennent moins efficaces dans des environnements dynamiques ou innovants (Chapman & Ward, 2003). En revanche, l'approche agile, bien que flexible, peut être difficile à mettre en œuvre dans des projets où les exigences contractuelles imposent des jalons rigides et des rapports détaillés (Aven, 2016).

Dans l'industrie de la construction, cette dichotomie soulève une question essentielle : comment choisir l'approche la mieux adaptée à un contexte donné ? Les études actuelles offrent peu de directives claires pour guider ce choix, laissant aux gestionnaires de projets la tâche délicate de décider quelle méthode utiliser et à quel moment.

### ➤ **Compatibilité entre rigueur et flexibilité**

Une autre zone grise réside dans la compatibilité entre les exigences de rigueur des approches prédictives et la flexibilité des approches agiles. Bien que l'hybridation offre une piste prometteuse, elle reste mal définie dans la littérature et son application pratique est encore en cours d'exploration (Raoul, 2018). La coexistence des deux paradigmes peut entraîner des tensions, notamment lorsque des processus rigides, tels que l'utilisation de diagrammes de Gantt, doivent être combinés avec des pratiques agiles comme les cycles itératifs et les es fréquentes (Schwaber, 2004).

Par ailleurs, les études empiriques sur l'hybridation sont limitées, et les recherches actuelles manquent de cadres normatifs robustes pour guider son implémentation dans des projets complexes comme ceux de l'industrie de la construction (Emma, 2021).

### ➤ **Implications pour la performance des projets**

Les effets des différentes approches sur la performance des projets restent une question ouverte. Si les approches prédictives sont associées à une meilleure maîtrise des coûts et des délais dans les projets traditionnels, elles peuvent entraîner un manque de réactivité face à des imps majeurs (Flanagan & Norman, 1993). À l'inverse, les méthodes agiles sont louées pour leur capacité à s'adapter rapidement, mais elles peuvent manquer de prévisibilité et générer des ambiguïtés dans la répartition des responsabilités (Zou, Zhang, & Wang, 2007).

L'hybridation, bien qu'elle offre des perspectives intéressantes, n'a pas encore fait l'objet d'études approfondies sur son impact direct sur la performance globale des projets. Cette

lacune constitue une opportunité de recherche majeure pour affiner les modèles existants et proposer des solutions concrètes pour le secteur de la construction.

Ainsi, les zones grises identifiées dans la littérature soulignent un besoin important de recherches complémentaires pour :

- Développer des critères clairs pour choisir l'approche adaptée à un contexte donné.
- Élaborer des cadres méthodologiques normatifs pour l'hybridation.
- Évaluer empiriquement l'impact des différentes approches sur la performance des projets.

Ces enjeux, particulièrement pertinents pour l'industrie de la construction, doivent être au cœur des travaux futurs pour surmonter les limites actuelles et proposer des solutions adaptées à des environnements de plus en plus complexes.

### **1.2.8 Les stratégies de gestion des risques en construction**

La gestion des risques dans l'industrie de la construction nécessite l'adoption de stratégies efficaces pour identifier, évaluer, et atténuer les risques tout au long du cycle de vie des projets. Ces stratégies, basées sur des cadres théoriques et des pratiques de terrain, sont essentielles pour minimiser les impacts négatifs sur les coûts, les délais, la qualité des livrables, et la sécurité des travailleurs. La complexité des projets de construction, combinée aux incertitudes inhérentes à ce secteur, exige une approche proactive et adaptable.

#### **➤ Identification des risques**

L'identification des risques est la première étape critique dans toute stratégie de gestion des risques. Elle consiste à recenser les risques potentiels liés aux projets de construction, qu'ils soient internes (erreurs de conception, inefficacité des processus) ou externes (conditions météorologiques, fluctuations des coûts des matériaux, réglementations changeantes). Des outils comme le brainstorming, les listes de contrôle, et les analyses SWOT (forces, faiblesses, opportunités, menaces) sont fréquemment utilisés (Flanagan & Norman, 1993).

Dans le secteur de la construction, l'utilisation de la modélisation des informations du bâtiment (*Building Information Modeling*, BIM) contribue également à identifier les risques techniques liés à la conception et à la coordination entre les parties prenantes (Zou, Zhang, & Wang, 2007).

### ➤ **Évaluation et priorisation des risques**

L'évaluation des risques permet de déterminer leur probabilité d'occurrence et leur impact potentiel sur le projet. Cela peut se faire à travers des analyses qualitatives et quantitatives :

- **Analyse qualitative** : Classement des risques comme faibles, modérés ou élevés selon leur gravité et leur probabilité (*Plan de gestion des risques de construction*, 2024).
- **Analyse quantitative** : Utilisation de modèles comme l'analyse Monte Carlo pour calculer les scénarios possibles et anticiper les impacts financiers et temporels (Chapman & Ward, 2003).

Cette étape est essentielle pour prioriser les ressources sur les risques critiques. Par exemple, un risque de sécurité avec une probabilité élevée et des conséquences graves nécessitera des mesures préventives immédiates (*Plan de gestion des risques de construction*, 2024).

### ➤ **Stratégies d'atténuation des risques**

L'atténuation des risques consiste à réduire leur probabilité ou leur impact. Les stratégies principales incluent :

- **Évitement** : Modifier le processus ou la portée du projet pour éliminer le risque. Par exemple, choisir des matériaux moins sensibles aux variations de coût (Flanagan & Norman, 1993).
- **Transfert** : Répartir le risque sur un tiers, comme un assureur ou un sous-traitant (Aven, 2016).
- **Réduction** : Appliquer des mesures préventives, comme la formation des employés sur la sécurité ou l'utilisation d'équipements de protection (*Plan de gestion des risques de construction*, 2024).

- **Acceptation** : Accepter le risque tout en mettant en place des plans de contingence pour en minimiser les impacts (Schwaber, 2004).

Par exemple, un projet exposé à des variations des prix des matériaux peut conclure des contrats avec des clauses de révision de prix pour réduire son exposition (*Plan de gestion des risques de construction*, 2024).

#### ➤ **Suivi et contrôle des risques**

Le suivi continu des risques identifiés est indispensable pour évaluer l'efficacité des stratégies mises en œuvre. Les chefs de projet utilisent des outils comme les tableaux de bord ou les logiciels de gestion des risques intégrés pour suivre les indicateurs clés de performance (*Key Risk Indicators*, KRIs) en temps réel (*Plan de gestion des risques de construction*, 2024).

Des réunions périodiques avec les parties prenantes permettent également d'identifier de nouveaux risques et de mettre à jour les plans d'atténuation. Par exemple, des conditions météorologiques impes peuvent nécessiter des ajustements rapides pour maintenir le calendrier du projet (*Plan de gestion des risques de construction*, 2024).

#### ➤ **Technologies et innovations dans la gestion des risques**

L'intégration des technologies modernes contribue à améliorer l'efficacité des stratégies de gestion des risques dans la construction :

- **Outils numériques** : Les drones et les logiciels BIM permettent de surveiller les chantiers en temps réel et de détecter les problèmes avant qu'ils ne deviennent critiques (Zou, Zhang, & Wang, 2007).
- **Hybrider les approches** : Combiner les méthodologies prédictives et agiles permet de gérer efficacement les risques dans un environnement dynamique (Raoul, 2018).

Une gestion proactive des risques repose sur une identification rigoureuse, une évaluation précise et des stratégies d'atténuation bien définies. En adoptant des pratiques modernes et des technologies innovantes, les entreprises de construction peuvent relever les défis du secteur tout en assurant la réussite de leurs projets.

### **1.2.9 Pratiques courantes dans la gestion des délais et des coûts**

La gestion des délais et des coûts dans le secteur de la construction représente un enjeu déterminant pour garantir la réussite des projets. En effet, les dépassements de calendrier ou de budget peuvent engendrer des conséquences négatives importantes, notamment des pénalités financières, des litiges entre parties prenantes, et une détérioration de la réputation des entreprises impliquées. Pour y remédier, les professionnels du secteur mettent en œuvre plusieurs pratiques courantes qui combinent planification rigoureuse, suivi proactif et utilisation d'outils technologiques avancés.

Tout d'abord, **la planification proactive** est essentielle pour prévenir les risques liés aux délais et aux coûts. À cet effet, des outils tels que le diagramme de Gantt ou la méthode PERT permettent de décomposer les projets en tâches spécifiques, tout en estimant précisément la durée de chacune. Cette planification s'accompagne souvent d'une budgétisation détaillée, reposant sur des techniques d'estimation comme l'approche paramétrique ou analogique, lesquelles prennent en compte des données issues de projets similaires. La méthode de la valeur acquise (*Earned Value Management*, EVM) est particulièrement prisée pour mesurer en continu la performance du projet, en comparant les coûts et délais planifiés avec les résultats réels (Chapman & Ward, 2003).

En parallèle, **les logiciels de gestion de projet** comme par exemple Primavera P6, MS Project ou Procore offrent une visibilité en temps réel sur l'avancement des projets et facilitent l'identification des écarts par rapport aux plans initiaux. Ces outils permettent également d'intégrer la gestion des ressources humaines et matérielles pour une approche plus coordonnée et efficace. Par ailleurs, la gestion des changements constitue une autre pratique clé. Les modifications impes dans la portée du projet peuvent entraîner des surcoûts ou des retards, mais une gestion formalisée des changements, combinée à des contrats flexibles, permet de limiter ces impacts (Aven, 2016).

Ensuite, **des méthodes spécifiques** sont souvent utilisées pour réduire les délais et optimiser les coûts. Parmi celles-ci, on peut citer le *fast-tracking*, qui consiste à réaliser certaines tâches en parallèle au lieu de les exécuter séquentiellement, ou encore le *crashing*, qui implique l'ajout de ressources supplémentaires pour accélérer des activités critiques. De plus, l'intégration de marges de sécurité dans les plannings et budgets permet d'absorber certaines variations inattendues, tandis que des approches stratégiques en matière d'approvisionnement, comme la négociation de contrats à long terme avec des



fournisseurs fiables, réduisent les fluctuations des coûts des matériaux (Schwaber, 2004; *Plan de gestion des risques de construction*, 2024).

Par ailleurs, **la collaboration et la communication** entre les parties prenantes jouent un rôle central dans la gestion des délais et des coûts. Une implication précoce des sous-traitants et fournisseurs dans le processus de planification favorise l'identification des risques potentiels et la mise en place de solutions adaptées. Des approches comme le *Integrated Project Delivery* (IPD) encouragent la transparence et le partage des risques et bénéfices, ce qui contribue à une meilleure coordination entre les différentes parties prenantes (Raoul, 2018). Enfin, le suivi en temps réel des indicateurs de performance clés (*Key Performance Indicators*, KPIs) grâce à des outils numériques, comme les tableaux de bord ou les technologies BIM, permet de surveiller les progrès et de prendre des décisions éclairées rapidement. Ces technologies facilitent également l'identification des écarts par rapport aux objectifs initiaux et permettent de mettre en place des ajustements appropriés (Zou, Zhang, & Wang, 2007).

Ainsi, la gestion des délais et des coûts dans le secteur de la construction repose sur une combinaison de planification rigoureuse, de pratiques collaboratives et de technologies avancées. Ces pratiques permettent non seulement d'optimiser les performances des projets, mais aussi de limiter les risques associés aux dépassements de budget et de calendrier. Toutefois, leur succès dépend largement de la capacité des gestionnaires de projet à intégrer ces approches de manière cohérente et adaptée au contexte spécifique de chaque projet.

#### **1.2.10 Confrontation entre différentes approches**

Dans le domaine de la gestion des risques et des projets, plusieurs approches se distinguent : les méthodes prédictives, agiles, et hybrides. Chacune de ces approches présente des atouts spécifiques mais aussi des limites, ce qui soulève des débats quant à leur pertinence et leur applicabilité dans des environnements complexes comme celui de la construction. Cette section explore les points de convergence et de divergence entre ces différentes méthodologies, tout en mettant en lumière leurs implications pratiques pour le secteur de la construction.

Tout d'abord, les approches prédictives, souvent associées à la méthode en cascade (*Waterfall*), reposent sur une planification rigoureuse et linéaire. Elles sont particulièrement adaptées à des projets où les objectifs et les contraintes sont bien définis dès le départ. Par exemple, les projets d'infrastructure publique suivent fréquemment ces méthodes, car ils nécessitent une conformité stricte aux réglementations et une anticipation détaillée des coûts et des délais (Flanagan & Norman, 1993). Cependant, cette approche peut se révéler rigide dans des environnements dynamiques ou incertains, où les impls nécessitent des ajustements fréquents (Aven, 2016).

En revanche, les approches agiles privilégient la flexibilité, la collaboration et la gestion continue des priorités. Issues du secteur technologique, elles sont particulièrement efficaces pour des projets complexes ou innovants, où les besoins évoluent rapidement. Par exemple, l'utilisation de sprints dans le cadre Scrum permet une adaptation en temps réel aux impls et aux changements de priorités (Schwaber, 2004). Toutefois, l'agilité peut parfois manquer de structure dans des projets où des étapes clairement définies sont nécessaires pour garantir le respect des contraintes légales ou techniques, comme c'est souvent le cas dans la construction (Raoul, 2018).

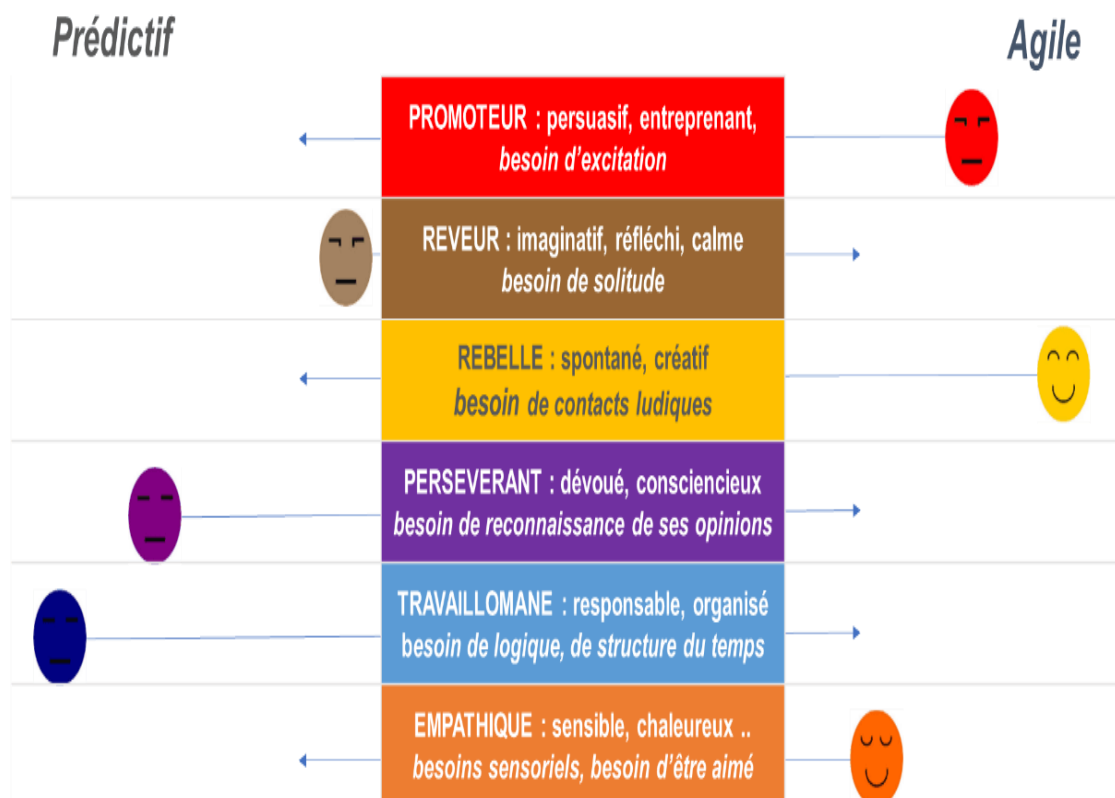
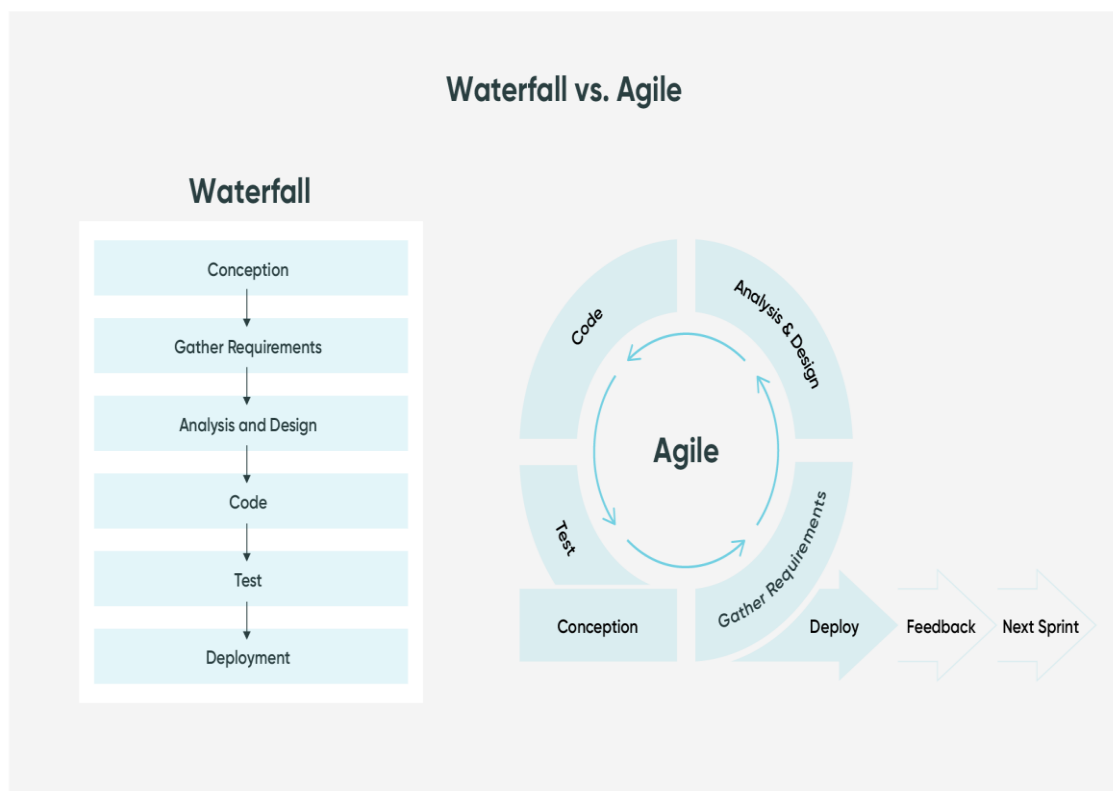


Figure 4: Comparaison des profils comportementaux dans les approches prédictives et agiles

Source : <https://www.egos.fr/ressources/mag/projet/agilite/index-html>

Cependant, la mise en œuvre d'approches hybrides n'est pas sans défis. Elle nécessite une coordination étroite entre les parties prenantes et une maîtrise des outils spécifiques à chaque méthodologie. Par ailleurs, les recherches actuelles manquent encore de cadres normatifs clairs pour guider leur application, ce qui peut engendrer des tensions entre les exigences de rigueur des approches prédictives et la flexibilité des approches agiles (Chapman & Ward, 2003).

En conclusion, la confrontation entre ces différentes approches révèle qu'il n'existe pas de méthode universellement applicable. Le choix de la méthodologie doit être guidé par les spécificités du projet, comme son niveau de complexité, ses contraintes réglementaires, et les attentes des parties prenantes. Pour maximiser la performance des projets, en particulier dans un secteur aussi exigeant que la construction, l'intégration stratégique des forces des approches prédictives, agiles et hybrides semble être la voie la plus prometteuse.



Source : <https://www.servicenow.com/fr/products/strategic-portfolio-management/what-is-hybrid-project-management.html>

### 1.2.11 Résultats des débats : un point de vue pratique

Dans un contexte où les approches prédictives et agiles suscitent des débats, il devient essentiel d'examiner les résultats pratiques pour éclairer la prise de décision en gestion de projet. Les méthodes prédictives, telles que le modèle **Waterfall**, sont souvent saluées pour leur rigueur et leur capacité à fournir une vision structurée des étapes d'un projet. Ce cadre linéaire est particulièrement adapté aux projets où les exigences sont clairement définies dès le début et ne sont pas amenées à évoluer (Wysocki, 2014). En revanche, l'approche **Agile**, axée sur l'adaptabilité et les itérations, permet une meilleure réactivité face aux incertitudes et aux changements imprévus, rendant cette méthode plus efficace dans les environnements complexes ou innovants (Highsmith, 2010).

Sur le plan pratique, plusieurs études montrent que les projets utilisant une approche agile obtiennent de meilleurs taux de satisfaction client grâce à la livraison fréquente de versions fonctionnelles (Schwaber & Sutherland, 2020). Toutefois, certains défis subsistent, notamment en termes de gestion des délais et des coûts dans les projets de grande envergure, où les exigences agiles peuvent entraîner un manque de prévisibilité (Serrador & Pinto, 2015). À l'inverse, les projets exécutés avec une approche prédictive réussissent généralement à mieux respecter les budgets initiaux, bien que cette rigidité puisse freiner leur capacité d'innovation (PMI, 2017).

En somme, les débats entre ces deux approches mettent en évidence un compromis : *l'approche prédictive* convient aux environnements stables avec des objectifs figés, tandis que *l'approche agile* se distingue par sa flexibilité dans un cadre plus dynamique. Le choix final dépendra des besoins spécifiques du projet, de sa complexité et des priorités organisationnelles (Dingsøyr et al., 2012). Ainsi, les résultats pratiques montrent qu'une hybridation des deux méthodologies, souvent appelée *approche hybride*, peut parfois représenter une solution optimale pour concilier structure et flexibilité.

## 1.3 Problématique spécifique

Avant d'établir une problématique spécifique dans le domaine de la gestion des risques dans l'industrie de la construction, il est essentiel de prendre en compte plusieurs dimensions essentielles. Ce secteur, caractérisé par sa complexité et son dynamisme, implique une multiplicité d'acteurs, de processus et de contraintes qui nécessitent une réflexion approfondie. En effet, les méthodologies adoptées pour gérer les risques oscillent entre des approches prédictives, qui offrent une planification rigoureuse, et des approches agiles, qui favorisent l'adaptabilité et l'innovation. Cette dualité soulève une question fondamentale : comment articuler ces différentes méthodologies afin de créer une gestion des risques véritablement efficace et adaptée aux spécificités de chaque projet de construction ?

Les débats académiques et professionnels sur ce sujet mettent en lumière des perspectives divergentes. D'une part, les approches traditionnelles, ancrées dans des schémas prédictifs tels que le modèle Waterfall, privilégient la précision et la prévisibilité. Ces méthodologies sont souvent critiquées pour leur rigidité, particulièrement dans des environnements en constante évolution. D'autre part, les approches agiles, bien qu'extrêmement flexibles, peuvent entraîner une volatilité dans la gestion des coûts et des délais, posant ainsi des défis importants pour des projets de grande envergure.

Dans ce cadre, il devient pertinent d'interroger la manière dont ces différentes approches peuvent être combinées pour pallier leurs limites respectives et optimiser la gestion des risques. Une analyse approfondie de la gestion des risques dans la construction doit donc inclure des questions clés telles que : *comment les spécificités du secteur influencent-elles l'efficacité des approches existantes ?*

*Quels outils et méthodologies permettent de mieux répondre aux défis uniques des projets de construction, tels que la sécurité, les contraintes légales, et les enjeux environnementaux ?*

*Enfin, quelle stratégie permettrait d'implémenter une approche hybride qui maximise les avantages des deux méthodologies tout en minimisant leurs inconvénients ?*

Cette réflexion ne se limite pas aux choix méthodologiques mais s'étend à la manière dont les organisations de construction peuvent développer des compétences et des outils favorisant une prise de décision éclairée et proactive face aux risques.

**Question de recherche : *Comment l'intégration d'approches agiles, prédictives et des outils d'intelligence artificielle permet-elle de réduire efficacement les risques dans les projets de construction complexes ?***

La problématique spécifique se situe à l'intersection des dimensions théoriques, pratiques et organisationnelles. Une compréhension approfondie des limites et des opportunités des différentes approches méthodologiques contribuera à proposer des solutions innovantes et adaptées au contexte exigeant de l'industrie de la construction.

#### **1.4 Localisation de la recherche**

Afin de mieux comprendre et contextualiser les différentes méthodologies de gestion des risques dans l'industrie de la construction, la localisation de cette recherche s'articule autour d'un cadre conceptuel tripartite. Cette approche permet de croiser trois dimensions fondamentales : les pratiques spécifiques à la gestion de projet dans le secteur de la construction, les modalités de prise de décision adoptées par les parties prenantes, et les stratégies de gestion des risques appliquées. Ce cadre global vise à identifier les interactions entre ces éléments et à établir des variables clés qui influencent la performance des méthodologies de gestion des risques.

Cette localisation de la recherche offre une base solide pour explorer les moyens d'intégrer les différentes approches méthodologiques et contribuer à une gestion des risques plus efficace et contextualisée. Elle souligne également l'importance d'une analyse intégrée pour adapter les méthodologies à la complexité et aux exigences spécifiques de l'industrie de la construction.

#### **1.5 Les objectifs de la recherche**

La gestion des risques dans l'industrie de la construction représente une tâche complexe et multidimensionnelle. Cette section a pour but de clarifier les objectifs spécifiques de cette recherche, en mettant en évidence les étapes critiques nécessaires pour intégrer diverses méthodologies de gestion des risques dans un cadre systématique et efficace. Parmi ces objectifs, l'identification des facteurs clés de risque constitue une étape essentielle, car elle conditionne l'ensemble des stratégies d'atténuation et de gestion à déployer et ensuite l'analyse des relations entre les pratiques de gestion des risques et les résultats des projets.

### **1.5.1 Identification des facteurs clés de risque dans l'industrie de la construction**

Dans un secteur marqué par des projets de grande envergure, des budgets souvent colossaux et des délais stricts, l'identification des facteurs clés de risque est une étape fondamentale pour assurer le succès des projets. Les risques dans la construction peuvent être catégorisés en plusieurs dimensions : financiers, organisationnels, techniques, environnementaux, et sociaux. Par exemple, des études antérieures ont révélé que les dépassements de coûts sont l'un des risques les plus fréquents, causés principalement par des erreurs d'estimation initiale, des changements dans les spécifications et des retards dans les approvisionnements (Geraldi et al., 2020).

Un autre facteur critique réside dans les risques organisationnels, tels que la mauvaise coordination entre les parties prenantes. La complexité organisationnelle, amplifiée par la multiplicité des acteurs (propriétaires, entrepreneurs, sous-traitants), est souvent source de conflits ou de mauvaises communications, ce qui engendre des retards considérables (Zou, Zhang, & Wang, 2007). À cela s'ajoutent les risques techniques, notamment liés à des erreurs de conception ou à l'utilisation de matériaux de qualité inférieure, qui peuvent compromettre la sécurité des projets et leur viabilité à long terme (Love et al., 2016).

Les facteurs environnementaux, tels que les conditions climatiques imprévisibles, les contraintes réglementaires, et les exigences en matière de durabilité, constituent également des risques notables. Ces éléments affectent directement les délais, les coûts et les méthodologies employées, en particulier dans un contexte où les normes de construction durable prennent une place croissante (Hwang, Zhao, & Toh, 2014). Enfin, les risques sociaux, tels que les protestations locales ou les tensions avec les communautés environnantes, doivent être pris en compte pour éviter les interruptions imprevues.

L'identification de ces facteurs clés ne repose pas uniquement sur une analyse qualitative, mais nécessite également des outils quantitatifs comme les matrices d'analyse des risques et des approches probabilistes, qui permettent de prioriser les risques en fonction de leur probabilité et de leur impact (Hillson, 2009). De plus, l'application de systèmes de gestion intégrée, comme le Building Information Modeling (BIM), a été identifiée comme un moyen innovant pour mieux visualiser, analyser et atténuer ces risques avant même le démarrage des projets (Aibinu & Venkatesh, 2014).

Ainsi, cet objectif vise à établir une typologie des risques les plus fréquents et critiques dans l'industrie de la construction, en tenant compte des spécificités de chaque projet. Cette étape est importante pour élaborer des stratégies adaptatives, capables de combiner les approches prédictives et agiles afin de mieux répondre aux impl.

### **1.5.2 Analyse des relations entre les pratiques de gestion des risques et les résultats des projets**

L'analyse des relations entre les pratiques de gestion des risques et les résultats des projets dans l'industrie de la construction est un élément central pour comprendre comment les approches utilisées influencent la réussite des projets. Cette relation complexe nécessite une évaluation approfondie pour établir un lien clair entre la qualité des processus de gestion des risques et la performance des projets en termes de coût, de délais, de qualité et de satisfaction des parties prenantes.

Des études montrent que des pratiques efficaces de gestion des risques contribuent directement à la performance globale des projets. Par exemple, l'intégration précoce des stratégies de gestion des risques, dès la phase de planification, permet de réduire considérablement les incertitudes tout au long du cycle de vie du projet (Raz, Shenhar, & Dvir, 2002). Cette approche proactive inclut l'identification, l'évaluation, la planification de réponse et la surveillance continue des risques. Les projets bénéficiant de pratiques rigoureuses enregistrent souvent des résultats supérieurs en termes de respect des budgets et des échéances.

Les résultats des projets sont également fortement influencés par le degré de maturité des pratiques de gestion des risques. Selon la recherche de PMI (Project Management Institute), les organisations ayant un niveau élevé de maturité dans leurs processus de gestion des risques obtiennent des résultats supérieurs de 20 à 30 % par rapport à celles qui ont des approches non formalisées ou ad hoc (PMI, 2021). Cela souligne l'importance d'une structure claire et de l'utilisation d'outils adaptés pour maximiser l'efficacité des stratégies de gestion.

En outre, les relations entre les pratiques de gestion des risques et les résultats des projets varient en fonction des contextes spécifiques. Par exemple, dans les projets à forte intensité technologique, comme la construction de bâtiments intelligents, l'adoption d'outils comme le Building Information Modeling (BIM) ou les analyses de risques



basées sur des données en temps réel a permis une amélioration notable de la précision des décisions et de la capacité à répondre aux risques (Chong, Fan, & Lo, 2016). Ces outils contribuent à anticiper les problèmes potentiels et à mettre en œuvre des solutions avant que les impacts ne deviennent significatifs.

Cependant, certaines études mettent en évidence que des pratiques inadéquates ou mal adaptées de gestion des risques peuvent avoir des effets négatifs sur les résultats. Par exemple, une analyse excessive des risques, sans priorisation appropriée, peut entraîner un gaspillage de ressources ou une focalisation excessive sur des menaces mineures, au détriment des risques critiques. De plus, un manque d'adaptabilité des pratiques de gestion des risques face aux imps, notamment dans les environnements dynamiques, peut entraîner des retards importants et des dépassements de coûts (Kutsch & Hall, 2005).

Enfin, la gestion des risques doit être vue comme un processus intégré, reliant les objectifs organisationnels et les priorités opérationnelles. Une approche holistique, combinant des méthodes prédictives pour les éléments prévisibles et des méthodologies agiles pour gérer les incertitudes, permet non seulement de minimiser les impacts négatifs des risques, mais aussi de maximiser les opportunités. Cela crée un environnement propice à des résultats optimaux pour les projets, en alliant résilience et performance.

Objectifs de la recherche	Questions de recherche
<b>Objectif 1 : Identifier les facteurs clés de risque</b>	<b>QR 1.1 :</b> Quels sont les principaux facteurs de risque (techniques, financiers, humains, environnementaux) dans l'industrie de la construction ?
	<b>QR 1.2 :</b> Comment ces facteurs influencent-ils la performance des projets en termes de délais, de coûts et de qualité ?
<b>Objectif 2 : Analyser les relations entre les pratiques de gestion des risques et les résultats des projets</b>	<b>QR 2.1 :</b> Quelles pratiques de gestion des risques sont les plus corrélées à des résultats optimaux dans les projets de construction ?
	<b>QR 2.2 :</b> Dans quelle mesure les pratiques actuelles de gestion des risques permettent-elles de prévenir ou de limiter les impacts des risques identifiés ?
<b>Objectif 3 : Proposer des méthodes intégrées pour une gestion efficace des risques</b>	<b>QR 3.1 :</b> Comment intégrer différentes approches (qualitatives, quantitatives, technologiques) pour améliorer la gestion des risques dans les projets de construction ?
	<b>QR 3.2 :</b> Quelles sont les meilleures pratiques à adopter pour adapter la gestion des risques aux spécificités de chaque projet ?

### 1.5.3 Résumé des objectifs et des questions de recherche

Dans cette section, un tableau synthétique est présenté pour résumer les objectifs de la recherche et les questions correspondantes. Ce tableau vise à fournir une vue claire et structurée des principaux axes d'analyse, en lien avec la gestion des risques dans l'industrie de la construction. Il facilite également la compréhension des interactions entre les différents objectifs et leur contribution à l'étude globale.

## Tableau 1: Résumé des objectifs et des questions de recherche

### Explications supplémentaires

- **Objectif 1 :** La recherche se concentre sur la compréhension approfondie des risques qui affectent l'industrie de la construction, en identifiant leurs origines et leurs conséquences. Ces données servent de base pour proposer des solutions adaptées.
- **Objectif 2 :** L'analyse de la relation entre les pratiques de gestion des risques et les résultats des projets mettra en lumière les leviers pour optimiser les performances.
- **Objectif 3 :** En intégrant plusieurs approches, ce dernier objectif vise à développer une gestion des risques adaptable aux spécificités variées des projets de construction, renforçant ainsi leur résilience et leur succès.

Ce tableau assure une structuration logique et cohérente de la recherche, tout en alignant les objectifs et les questions pour guider le déroulement des analyses et des conclusions.

## Conclusion du Chapitre 1

Le premier chapitre de ce mémoire a permis d'établir une base solide pour l'étude sur la gestion des risques dans l'industrie de la construction. En premier lieu, une analyse approfondie du contexte général a révélé la complexité croissante des projets de construction, caractérisée par des défis multidimensionnels, notamment en matière de délais, de coûts et de qualité. Cette complexité a été mise en relation avec l'évolution des méthodes de gestion de projet, confrontant les approches traditionnelles prédictives aux méthodes agiles, plus adaptatives.

Ensuite, la problématique spécifique de cette recherche a été formulée autour de la question centrale : *comment intégrer efficacement différentes approches de gestion pour concevoir une stratégie de gestion des risques adaptée aux particularités de chaque projet de construction ?* Cette problématique met en lumière la nécessité d'une vision intégrée, combinant une identification précise des risques, une analyse rigoureuse des pratiques existantes, et la proposition de solutions adaptées.

Par ailleurs, la localisation de la recherche a permis de délimiter le cadre conceptuel et méthodologique de l'étude, en intégrant des aspects clés tels que la typologie des risques, les méthodes de gestion des risques et leurs impacts sur la performance des projets. Enfin, les objectifs de la recherche, structurés en trois axes principaux, ont été synthétisés pour orienter l'ensemble de la démarche scientifique. Ces objectifs se concentrent sur l'identification des facteurs de risque, l'analyse des relations entre les pratiques de gestion et les résultats des projets, et la proposition de méthodes intégrées pour améliorer la gestion des risques.

Ce chapitre introductif constitue ainsi un socle essentiel pour les chapitres suivants. Le prochain chapitre se consacrera à une revue de la littérature détaillée, où les théories et travaux antérieurs sur la gestion des risques dans le secteur de la construction seront explorés afin d'alimenter les fondements conceptuels et méthodologiques de cette recherche. Cette étape permettra de mieux cadrer les analyses à venir et de proposer des réponses pertinentes aux questions soulevées.

## **CHAPITRE 2. E DE LITTÉRATURE**

### **2.0 Cadre théorique**

Le cadre théorique de cette recherche est structuré pour explorer en profondeur la gestion des risques dans l'industrie de la construction. Il repose sur des concepts fondamentaux, des théories pertinentes et des travaux récents, en s'appuyant notamment sur une analyse des données secondaires. Ce cadre permet d'établir une base méthodologique et conceptuelle claire pour examiner les facteurs de risques et leurs impacts sur la performance des projets, en mettant en lumière les liens entre les pratiques de gestion des risques et l'optimisation des délais et des coûts dans le secteur de la construction.

#### **2.0.1 Positionnement de la recherche**

### **2.0 Cadre Théorique**

#### **2.0.1 Positionnement de la Recherche**

Le positionnement de la recherche constitue une étape importante dans tout travail académique, car il permet de situer l'étude dans le contexte scientifique existant et de clarifier ses contributions spécifiques. Cette recherche, centrée sur la gestion des risques dans l'industrie de la construction, s'inscrit à l'intersection de plusieurs champs disciplinaires, notamment la gestion de projet, les théories de la prise de décision, et les méthodologies de gestion des risques. Elle vise à répondre à la question centrale : comment intégrer différentes approches de gestion des risques pour élaborer une méthode efficace et adaptée aux spécificités des projets de construction ?

Dans un premier temps, cette recherche se positionne par rapport aux théories classiques et contemporaines de la gestion des risques. Des travaux pionniers, comme ceux de Chapman et Ward (2003), soulignent que la gestion des risques repose sur une identification rigoureuse des incertitudes et une planification proactive pour atténuer les impacts potentiels. Ces fondements théoriques restent pertinents, mais ils doivent être adaptés aux complexités spécifiques des projets de construction modernes, caractérisés par une forte interdépendance des parties prenantes, des délais serrés, et des budgets limités (Zwikael & Sadeh, 2007).

Ensuite, cette recherche intègre des perspectives liées aux modèles organisationnels, tels que les théories des contingences, qui postulent que l'efficacité des pratiques de gestion

dépend des contextes spécifiques dans lesquels elles sont mises en œuvre (Donaldson, 2001). Dans l'industrie de la construction, les risques sont souvent multidimensionnels, incluant des facteurs financiers, techniques, environnementaux, et humains. Ce travail ambitionne donc de construire une approche contextualisée qui puisse s'adapter aux particularités des projets et des environnements dans lesquels ils se déroulent.

Enfin, ce positionnement repose également sur une critique des approches traditionnelles, notamment la méthode prédictive (waterfall) et les méthodologies agiles. Bien que ces paradigmes aient prouvé leur efficacité dans certains contextes, leur application exclusive dans la gestion des risques de construction peut s'avérer limitée. Par exemple, la rigidité des méthodes prédictives peut conduire à une sous-estimation des risques émergents, tandis que l'agilité excessive peut compromettre la planification à long terme (Raz & Michael, 2001). Ainsi, cette recherche plaide pour une intégration raisonnée des deux méthodologies afin de développer une gestion des risques hybride, capable de répondre à la diversité des projets de construction.

Ce positionnement permet non seulement de situer cette recherche dans le champ existant, mais aussi d'en souligner les contributions potentielles. En articulant des théories établies avec des problématiques contemporaines, cette étude vise à enrichir la littérature sur la gestion des risques tout en proposant des solutions concrètes pour améliorer les pratiques dans l'industrie de la construction.

## **2.0.2 Théories mobilisées**

Les théories mobilisées dans cette recherche servent de fondations conceptuelles pour explorer les dynamiques complexes de la gestion des risques dans l'industrie de la construction. En s'appuyant sur des cadres théoriques éprouvés et des perspectives interdisciplinaires, cette section met en lumière les principaux modèles et approches qui guident l'analyse et la réflexion sur les pratiques de gestion des risques.

### **✓ Théorie de la Gestion des Risques**

La théorie de la gestion des risques, conceptualisée par des chercheurs tels que Chapman et Ward (2003), constitue une pierre angulaire pour comprendre et encadrer les dynamiques complexes des projets de construction. Elle repose sur un cadre

méthodologique structuré qui englobe l'identification, l'évaluation, la réponse, et le suivi des risques tout au long du cycle de vie d'un projet. Ce processus systématique vise à permettre aux gestionnaires de projet de passer d'une gestion réactive à une gestion proactive, où les risques ne sont plus uniquement perçus comme des menaces, mais aussi comme des leviers potentiels d'amélioration de la performance. Dans l'industrie de la construction, où les projets sont souvent marqués par leur complexité, leur durée prolongée, et leur exposition à des variables externes imprévisibles, cette théorie fournit un cadre essentiel pour structurer la prise de décision et réduire les incertitudes.

L'application de cette théorie dans le secteur de la construction se déploie sur plusieurs fronts. Tout d'abord, l'identification des risques constitue une étape critique. Elle implique une analyse exhaustive des menaces potentielles, qu'elles soient d'ordre financier, technique, environnemental ou organisationnel. Par exemple, des retards dans l'approvisionnement des matériaux ou des changements dans les réglementations locales peuvent introduire des incertitudes significatives dans les projets. La théorie insiste sur l'importance de cartographier ces risques dès les premières phases du projet pour assurer une anticipation efficace. Une fois identifiés, les risques doivent être évalués en termes de probabilité et d'impact. Cette évaluation permet de hiérarchiser les menaces en fonction de leur criticité, orientant ainsi les efforts et les ressources vers les risques ayant le plus grand potentiel de perturber les objectifs du projet.

Une des contributions majeures de cette théorie réside dans l'élaboration de réponses adaptées aux risques identifiés. Ces réponses, regroupées en stratégies de réduction, d'évitement, de transfert ou d'acceptation des risques, permettent de renforcer la résilience des projets face aux aléas. Dans la construction, cela peut se traduire par des mesures concrètes telles que la diversification des fournisseurs pour atténuer les risques liés à l'approvisionnement ou l'intégration de clauses contractuelles spécifiques pour transférer certains risques aux sous-traitants. Par ailleurs, la théorie met un accent particulier sur le suivi et le contrôle des risques tout au long du projet. Cette composante dynamique du processus est essentielle pour adapter les stratégies en fonction des évolutions internes et externes du projet. Des outils comme les matrices de risques et les indicateurs clés de performance (KPI) sont souvent mobilisés pour surveiller l'évolution des risques et assurer une réaction rapide aux nouvelles menaces.

Ce cadre théorique va au-delà de la simple minimisation des impacts négatifs. Il propose une vision selon laquelle les risques, lorsqu'ils sont bien gérés, peuvent être transformés en opportunités. Par exemple, l'intégration de nouvelles technologies ou de solutions innovantes pour répondre à un risque technique peut non seulement résoudre le problème initial, mais aussi créer des gains d'efficacité ou de qualité qui bénéficient au projet dans son ensemble. Cette perspective proactive est particulièrement pertinente dans le secteur de la construction, où les projets complexes et multifacettes offrent souvent des opportunités d'innovation lorsque les équipes sont préparées à capitaliser sur les risques identifiés.

Ainsi, la théorie de la gestion des risques apporte un cadre méthodologique robuste et adaptable, indispensable pour naviguer dans l'incertitude inhérente aux projets de construction. En insistant sur une approche systématique et proactive, elle ne se limite pas à réduire les impacts négatifs, mais favorise également une réflexion stratégique qui transforme les défis en opportunités d'amélioration. Cette théorie trouve une application immédiate dans la gestion quotidienne des projets de construction, tout en servant de fondation pour des innovations futures dans la manière de gérer les risques.

### ✓ **Théorie des Contingences**

La théorie des contingences, telle que développée par Donaldson (2001), met en lumière une approche contextuelle de la gestion, où l'efficacité des pratiques repose sur leur alignement avec les spécificités de l'environnement dans lequel elles sont appliquées. Ce principe fondamental est particulièrement pertinent dans le contexte de l'industrie de la construction, où les projets se déroulent dans des environnements caractérisés par une grande variabilité et une complexité croissante. Contrairement aux approches universelles ou standardisées, la théorie des contingences reconnaît que les stratégies de gestion des risques doivent être adaptées aux particularités de chaque situation pour être véritablement efficaces (Donaldson, 2001).

Dans le domaine de la construction, cette théorie trouve une application directe dans la manière dont les gestionnaires conçoivent et mettent en œuvre leurs pratiques de gestion des risques. Chaque projet étant unique, les facteurs contextuels tels que la taille, la localisation, la durée et les contraintes réglementaires jouent un rôle déterminant dans la sélection des approches (Loosemore et al., 2006). Par exemple, un projet d'infrastructure



à grande échelle dans une métropole nécessitera une coordination complexe entre les parties prenantes, tandis qu'un projet résidentiel dans une région rurale pourrait être davantage influencé par des facteurs environnementaux ou des ressources limitées. La théorie des contingences permet ainsi de comprendre que les méthodologies de gestion des risques doivent être conçues sur mesure pour refléter ces réalités spécifiques.

Les environnements dynamiques, caractérisés par des changements fréquents dans les conditions économiques, les technologies, et les attentes des parties prenantes, renforcent la pertinence de cette approche contextuelle. Dans un tel cadre, la rigidité des méthodes standardisées pourrait compromettre la capacité d'une organisation à répondre efficacement aux risques émergents (Turner et Müller, 2003). La théorie des contingences propose plutôt une flexibilité qui permet d'adopter des solutions adaptées à des circonstances changeantes. Par exemple, lorsqu'un projet est confronté à une modification soudaine des réglementations locales, une approche contingente encouragerait une révision immédiate des plans pour incorporer ces nouvelles exigences, évitant ainsi des pénalités ou des retards.

La complexité organisationnelle est un autre facteur central dans l'application de cette théorie. Les projets de construction impliquent souvent de multiples parties prenantes, chacune avec des priorités, des responsabilités, et des objectifs différents. La théorie des contingences met en avant l'importance d'aligner les stratégies de gestion des risques sur ces interactions complexes (Walker, 2015). Par exemple, dans un projet international impliquant des sous-traitants de différents pays, il pourrait être nécessaire de combiner des méthodologies standardisées avec des pratiques locales pour gérer efficacement les risques culturels, logistiques ou contractuels.

Enfin, la théorie des contingences souligne également l'importance d'une prise en compte des contraintes réglementaires et des attentes institutionnelles. Dans des environnements fortement réglementés, comme les projets de construction dans des zones écologiquement sensibles, les méthodologies de gestion des risques doivent être adaptées pour inclure des évaluations d'impact environnemental détaillées et des consultations avec les autorités locales (Winch, 2010). Ces adaptations permettent non seulement de se conformer aux exigences, mais aussi de réduire les risques de conflits juridiques ou de retards liés à des violations potentielles. La théorie des contingences offre un cadre théorique puissant pour la gestion des risques dans l'industrie de la construction, en mettant en avant l'importance

de l'adaptabilité et de la prise en compte des spécificités contextuelles. Elle propose une vision pragmatique où les méthodologies ne sont pas appliquées de manière rigide, mais ajustées pour répondre aux caractéristiques uniques de chaque projet (Donaldson, 2001). Cette approche contingente est essentielle pour naviguer efficacement dans les environnements variés et souvent imprévisibles de la construction, en garantissant que les pratiques de gestion des risques restent pertinentes, efficaces et alignées sur les objectifs des parties prenantes.

### ✓ Théorie des Options Réelles

La théorie des options réelles, introduite par Trigeorgis (1996), transpose un concept clé de la finance à la gestion des projets, notamment dans le domaine de la construction. Elle offre une approche dynamique et flexible pour aborder les décisions stratégiques en présence d'incertitudes. Plutôt que de considérer les plans de projet comme fixes et immuables, cette théorie propose que chaque décision liée aux risques soit perçue comme une "option", c'est-à-dire une opportunité d'ajuster, de retarder ou de réorienter les actions à mesure que de nouvelles informations émergent. Cette perspective permet aux gestionnaires de projets de conserver une flexibilité essentielle pour faire face aux aléas fréquents dans les projets complexes, en réduisant l'exposition aux imprévus tout en capitalisant sur les opportunités émergentes.

Dans le contexte de la construction, où les projets sont souvent soumis à des incertitudes techniques, financières, ou réglementaires, cette théorie s'avère particulièrement pertinente. Par exemple, dans le cadre d'un projet d'infrastructure, un gestionnaire pourrait décider de retarder une phase critique pour intégrer des informations supplémentaires sur les conditions géotechniques du site ou pour s'assurer que des autorisations nécessaires soient obtenues avant de procéder. Cette décision, bien qu'elle puisse sembler coûteuse à court terme, représente une option stratégique qui peut éviter des complications futures, telles que des interruptions du projet ou des dépassements de coûts majeurs. Ainsi, la théorie des options réelles met l'accent sur l'idée que retarder ou modifier un engagement peut parfois réduire les risques globaux et améliorer les résultats à long terme (Trigeorgis, 1996).

Une des contributions majeures de cette théorie est sa capacité à quantifier la valeur de la flexibilité dans les projets. En utilisant des méthodes comme l'analyse des scénarios et les modèles de simulation, elle permet d'évaluer les avantages potentiels des décisions stratégiques par rapport à des plans rigides. Par exemple, un projet de construction d'un bâtiment à usages multiples pourrait inclure des options pour ajuster les plans de conception en fonction de la demande du marché ou des changements dans les réglementations. En incorporant cette flexibilité dans la planification initiale, les gestionnaires de projets peuvent mieux s'adapter aux évolutions impes, tout en conservant des marges de manœuvre pour optimiser les performances globales du projet (Amram et Kulatilaka, 1999).

Cette approche théorique est également applicable dans la gestion des ressources. Lorsqu'une incertitude importante entoure la disponibilité de matériaux ou de main-d'œuvre, la théorie des options réelles suggère qu'il peut être judicieux de structurer les engagements en étapes, plutôt que de tout sécuriser à l'avance. Par exemple, dans un contexte de volatilité des prix des matériaux, un gestionnaire pourrait choisir de conclure des contrats flexibles qui permettent d'ajuster les volumes en fonction des besoins réels, réduisant ainsi les risques liés à une surallocation ou à des pénuries (Copeland et Antikarov, 2001). Cette capacité à adapter les engagements en réponse aux conditions changeantes est essentielle pour minimiser les perturbations et optimiser les coûts.

Cependant, la mise en œuvre de la théorie des options réelles dans la gestion des risques de la construction nécessite des compétences spécifiques et une culture organisationnelle qui valorise la flexibilité et la prise de décision stratégique. Les organisations doivent être capables de collecter et d'analyser rapidement des données pertinentes pour évaluer les options disponibles et choisir la meilleure alternative. De plus, les parties prenantes doivent être alignées sur l'importance de cette approche, car des retards ou des ajustements fréquents peuvent parfois être perçus comme des signes d'incertitude ou de faiblesse de la part des gestionnaires, alors qu'ils représentent en réalité des décisions stratégiques basées sur des analyses approfondies (Dixit et Pindyck, 1994). La théorie des options réelles offre une approche novatrice et puissante pour gérer les incertitudes dans les projets de construction. En considérant chaque décision comme une option stratégique, elle permet aux gestionnaires de projets d'adopter des solutions plus flexibles et adaptatives, mieux adaptées aux environnements dynamiques et incertains qui

caractérisent le secteur. Cette perspective dépasse la simple gestion réactive des risques, en intégrant des outils d'analyse avancés pour transformer les incertitudes en opportunités de création de valeur pour les projets et leurs parties prenantes (Trigeorgis, 1996).

### ✓ **Théorie des Méthodologies Hybrides**

La théorie des méthodologies hybrides, développée notamment par Wysocki (2014), constitue une avancée majeure dans la gestion des projets complexes. Elle propose une approche combinatoire, intégrant les forces des méthodologies prédictives, qui reposent sur une planification rigoureuse et détaillée, avec les pratiques agiles, reconnues pour leur flexibilité et leur capacité d'adaptation face aux changements. Cette approche est particulièrement pertinente dans l'industrie de la construction, où la nature hétérogène des projets exige des solutions adaptatives capables de répondre aux besoins variés des différentes phases.

Dans la construction, la phase de conception initiale illustre bien la nécessité d'une planification prédictive. À ce stade, les spécifications techniques, les contraintes budgétaires et réglementaires, ainsi que les délais doivent être définis avec précision. Les méthodologies prédictives, telles que le modèle Waterfall, permettent d'établir un cadre clair pour structurer les étapes critiques du projet. Cependant, une fois la phase de construction engagée, des imps comme des modifications dans les spécifications, des retards dans l'approvisionnement ou des conditions environnementales changeantes peuvent nécessiter des ajustements rapides. C'est ici que la flexibilité offerte par les pratiques agiles prend tout son sens, en permettant une gestion itérative et une réévaluation continue des priorités.

Une des forces de la théorie des méthodologies hybrides réside dans sa capacité à aligner les équipes et les parties prenantes sur une approche cohérente, tout en leur offrant la souplesse nécessaire pour gérer les aléas. Par exemple, un projet de construction complexe, tel qu'un hôpital ou un aéroport, pourrait bénéficier de cycles courts d'itération pour ajuster les plans en fonction des retours des parties prenantes ou des inspections sur site, tout en maintenant un cadre prédictif solide pour les étapes critiques comme l'installation des infrastructures majeures. Cette intégration permet non seulement de réduire les risques liés aux imps, mais aussi d'optimiser l'utilisation des ressources et le respect des délais.

La théorie met également en avant l'importance des outils collaboratifs pour réussir cette combinaison. Dans un contexte hybride, des outils numériques tels que le Building Information Modeling (BIM) jouent un rôle clé en offrant une plateforme commune où les équipes peuvent visualiser les plans, identifier les conflits potentiels, et adapter les solutions en temps réel. Ces outils facilitent la transparence et la coordination entre les différentes disciplines impliquées, réduisant ainsi les inefficacités organisationnelles qui pourraient compromettre les performances du projet.

Cependant, la mise en œuvre des méthodologies hybrides n'est pas sans défis. Leur adoption nécessite un changement culturel au sein des organisations, où les pratiques traditionnelles peuvent être profondément enracinées. Les équipes doivent être formées à l'utilisation de nouvelles approches itératives tout en maintenant la discipline requise par la planification prédictive. De plus, il est essentiel de définir clairement les points de transition entre les phases prédictives et agiles pour éviter des ambiguïtés qui pourraient nuire à la fluidité du projet. Ces transitions doivent être gérées avec soin pour garantir que les ajustements apportés à une phase n'entraînent pas de perturbations significatives dans les étapes ultérieures.

Un autre aspect important de cette théorie est la gestion des attentes des parties prenantes. Les projets de construction impliquent souvent de multiples acteurs, chacun ayant des priorités et des objectifs différents. Les méthodologies hybrides offrent une opportunité unique de concilier ces attentes en créant des structures flexibles mais ordonnées, permettant de répondre aux besoins spécifiques de chaque acteur tout en maintenant la cohérence globale du projet. Par exemple, un maître d'ouvrage pourrait exiger des garanties de respect des délais et des budgets, tandis qu'un entrepreneur pourrait insister sur la nécessité de cycles d'ajustement pour gérer les incertitudes techniques. Les méthodologies hybrides permettent de répondre à ces exigences divergentes de manière équilibrée.

La théorie des méthodologies hybrides constitue une réponse innovante et adaptée à la complexité croissante des projets de construction. En combinant la rigueur des approches prédictives avec la souplesse des pratiques agiles, elle permet de mieux gérer les incertitudes et les imps, tout en optimisant les performances globales. Cependant, sa mise en œuvre réussie repose sur des prérequis importants, notamment une formation adéquate des équipes, une adoption culturelle au sein des organisations, et une gestion proactive

des attentes des parties prenantes. Cette théorie offre ainsi un cadre pratique et adaptable pour faire face aux défis dynamiques de l'industrie de la construction, tout en maximisant la valeur ajoutée des projets.

### ✓ **Théorie des Parties Prenantes**

La théorie des parties prenantes, introduite par Freeman (1984), constitue une base conceptuelle capitale pour analyser et gérer les dynamiques complexes des projets de construction, où de multiples acteurs interviennent, chacun avec ses propres intérêts et priorités. Cette théorie souligne que les parties prenantes – propriétaires, entrepreneurs, sous-traitants, fournisseurs, autorités réglementaires, communautés locales et autres – ont des attentes souvent divergentes, mais interdépendantes. Leur rôle et leur influence sur les décisions, y compris dans la gestion des risques, sont donc déterminants pour le succès global du projet.

Dans le cadre de la gestion des risques en construction, cette théorie met en évidence l'importance de cartographier les parties prenantes dès les premières phases du projet pour identifier leurs attentes, anticiper leurs préoccupations, et intégrer leurs contributions dans les processus de prise de décision. Par exemple, un propriétaire pourrait privilégier la réduction des coûts et le respect des délais, tandis qu'un sous-traitant pourrait être davantage préoccupé par la faisabilité technique ou la sécurité sur le chantier. De même, les autorités réglementaires pourraient exiger le respect strict des normes environnementales ou de sécurité, ce qui peut entraîner des contraintes supplémentaires pour les autres acteurs. La capacité des gestionnaires de projet à concilier ces exigences souvent contradictoires tout en gérant efficacement les risques est un facteur clé de réussite.

Un des apports majeurs de cette théorie est qu'elle fournit un cadre pour analyser les interactions entre les parties prenantes et anticiper les conflits potentiels qui pourraient survenir au cours du projet. Par exemple, un projet de construction urbaine peut susciter des préoccupations de la part des communautés locales en raison d'impacts environnementaux ou sociaux. Une application proactive de la théorie des parties prenantes permettrait d'impliquer ces communautés dès le départ, en favorisant des dialogues ouverts et en intégrant leurs besoins dans la planification du projet. Cela peut

réduire les risques de résistance ou de retards causés par des désaccords ou des protestations.

La coordination des parties prenantes est également essentielle pour garantir une gestion efficace des risques. Les projets de construction impliquent souvent des interactions complexes entre différents acteurs, et l'absence de communication claire ou de coordination peut entraîner des inefficacités, des malentendus, ou des doublons. Par exemple, des délais peuvent survenir si un entrepreneur principal et un sous-traitant ne s'accordent pas sur les échéances ou les spécifications techniques. La théorie des parties prenantes met en lumière la nécessité de structures de gouvernance claires, telles que des réunions régulières, des protocoles de communication formalisés, et des plateformes numériques collaboratives, pour améliorer la transparence et faciliter la coopération entre les différents acteurs.

Un autre aspect critique est l'importance de l'alignement des objectifs des parties prenantes avec ceux du projet. La théorie suggère que lorsque les parties prenantes sont impliquées activement dans le processus de gestion des risques, elles sont plus susceptibles de soutenir les décisions prises et de contribuer à leur mise en œuvre. Par exemple, la création de comités interparties prenantes pour évaluer les risques majeurs et élaborer des plans d'atténuation partagés peut renforcer la collaboration et réduire les tensions. Cet alignement est particulièrement important dans les projets de grande envergure, où les conséquences des désaccords ou des décisions unilatérales peuvent être coûteuses et complexes à résoudre.

Cependant, l'application de cette théorie dans la gestion des risques n'est pas sans défis. La diversité des parties prenantes et leurs priorités souvent conflictuelles peuvent compliquer la prise de décision. Par ailleurs, la mobilisation des ressources nécessaires pour impliquer activement toutes les parties prenantes peut être chronophage et coûteuse, surtout dans des projets soumis à des pressions de temps ou de budget. Néanmoins, les avantages d'une approche inclusive et coordonnée l'emportent souvent sur ces obstacles, car elle réduit les risques de conflits prolongés et améliore la résilience du projet face aux imprévus.

En conclusion, la théorie des parties prenantes offre un cadre analytique indispensable pour comprendre et gérer les interactions complexes entre les acteurs impliqués dans un

projet de construction. En intégrant les attentes, les intérêts et les contributions de chaque partie prenante dans le processus de gestion des risques, cette approche favorise une prise de décision plus cohérente, une communication renforcée, et une meilleure coordination. Dans un secteur aussi complexe que la construction, où les projets sont souvent exposés à des aléas techniques, financiers et organisationnels, la mobilisation de cette théorie contribue de manière significative à améliorer la gestion des risques et, en fin de compte, la performance globale des projets.

Ces théories mobilisées se complètent pour offrir un cadre analytique riche et multidimensionnel. Elles permettent non seulement de comprendre les dynamiques complexes des projets de construction, mais aussi de proposer des solutions pratiques pour améliorer la gestion des risques. En combinant les perspectives classiques de la gestion des risques avec des approches innovantes issues d'autres disciplines, cette recherche vise à développer une stratégie intégrée et adaptable, adaptée aux spécificités de l'industrie de la construction.

### **2.0.3 Niveau et unité d'analyse**

Le choix du niveau et de l'unité d'analyse est une étape clé dans toute recherche académique, car il détermine la perspective à partir de laquelle les phénomènes étudiés seront observés et analysés. Dans le cadre de cette recherche sur la gestion des risques dans l'industrie de la construction, le niveau et l'unité d'analyse ont été soigneusement définis pour garantir une compréhension approfondie des dynamiques en jeu, tout en tenant compte des spécificités contextuelles.

#### **✓ Niveau d'Analyse**

Le niveau d'analyse de cette recherche est principalement organisationnel, avec un accent particulier sur les projets de construction en tant qu'entités complexes. Ce choix s'appuie sur la reconnaissance que les risques dans ce secteur émergent souvent de l'interaction entre plusieurs niveaux : organisationnel, inter-organisationnel (relations entre les parties prenantes), et opérationnel (activités spécifiques sur le terrain) (Zwikaël & Smyrk, 2012). En adoptant un cadre organisationnel, cette étude se concentre sur la manière dont les entreprises et les équipes de projet élaborent et mettent en œuvre des stratégies de gestion des risques pour garantir la réussite des projets.



Cependant, cette recherche ne se limite pas à un niveau unique. Elle inclut également une dimension inter-organisationnelle, tenant compte des interactions entre les propriétaires, entrepreneurs, sous-traitants et autres parties prenantes. Ce niveau d'analyse est essentiel pour comprendre les mécanismes de coordination et les conflits potentiels qui peuvent influencer la gestion des risques et, par conséquent, les résultats des projets (Freeman, 1984).

### ✓ Unité d'Analyse

L'unité d'analyse principale de cette recherche est le **projet de construction**. Cette unité est choisie car elle constitue le cadre opérationnel où les risques émergent, sont identifiés et gérés. Les projets de construction sont des systèmes complexes impliquant des ressources humaines, financières, et matérielles, ainsi que des technologies spécifiques. Ces projets sont particulièrement sensibles aux incertitudes, comme les variations des coûts des matériaux, les retards dus aux conditions météorologiques, ou les changements réglementaires (Zou, Zhang, & Wang, 2007).

Dans certains cas, l'unité d'analyse est étendue aux **processus spécifiques de gestion des risques** à l'intérieur des projets. Par exemple, l'utilisation de méthodologies comme le Building Information Modeling (BIM) ou les techniques de planification avancées est étudiée pour comprendre leur impact sur la gestion proactive des risques (Chong, Fan, & Lo, 2016).

Ainsi, l'articulation entre le niveau organisationnel et inter-organisationnel, ainsi que l'unité d'analyse centrée sur les projets de construction, offre une perspective complète pour étudier la gestion des risques dans ce secteur. Cette approche permet de capturer les interactions complexes entre les acteurs, les méthodologies employées, et les résultats attendus. Elle garantit également que les conclusions de la recherche soient directement applicables aux pratiques de gestion des risques dans l'industrie de la construction.

En résumé, le choix du niveau et de l'unité d'analyse est aligné avec les objectifs de cette recherche, qui visent à fournir des insights pertinents pour améliorer les pratiques de gestion des risques dans un secteur où les incertitudes sont omniprésentes et où les conséquences des échecs peuvent être significatives.

## 2.1 Définition des facteurs en jeu

### 2.1.1 Concepts de gestion des risques spécifiques à la construction

Dans l'industrie de la construction, la gestion des risques est un processus central, en raison de la complexité et de la nature dynamique des projets. Les risques dans ce secteur proviennent de multiples sources, notamment les incertitudes liées aux conditions du site, aux réglementations, aux ressources humaines et matérielles, ainsi qu'aux contraintes financières et environnementales. Une compréhension claire des concepts de gestion des risques spécifiques à la construction est essentielle pour mettre en place des stratégies efficaces.

#### ✓ Typologie des Risques en Construction

Les risques dans les projets de construction peuvent être classés en plusieurs catégories principales :

**Risques techniques**, liés aux erreurs de conception, à l'utilisation de matériaux non conformes ou aux défaillances techniques sur le chantier (Love et al., 2016). Ces risques peuvent engendrer des coûts imprevus, des retards et, dans certains cas, compromettre la sécurité des travailleurs.

**Risques financiers**, incluant les fluctuations des prix des matériaux, les variations des taux de change pour les projets internationaux, ou encore les imprevus budgétaires liés à des erreurs d'estimation initiales (Flanagan & Jewell, 2020).

**Risques organisationnels**, qui émergent souvent de la mauvaise coordination entre les parties prenantes ou des conflits liés aux responsabilités contractuelles (Turner, 2016).

**Risques environnementaux**, tels que les conditions météorologiques imprévisibles, les catastrophes naturelles, ou les exigences croissantes en matière de durabilité et de conformité aux réglementations environnementales (Hwang, Zhao, & Toh, 2014).

**Risques humains**, liés à la disponibilité et à la qualification de la main-d'œuvre, ainsi qu'aux risques de sécurité sur les chantiers, qui restent une priorité majeure dans ce secteur (Zhang et al., 2016).

Cette typologie met en lumière la diversité des incertitudes auxquelles les projets de construction doivent faire face, nécessitant une approche systématique pour leur gestion.

## ✓ **Processus de Gestion des Risques dans la Construction**

Le processus de gestion des risques dans les projets de construction repose sur plusieurs étapes clés :

**Identification des risques** : Cette étape consiste à recenser tous les risques potentiels en utilisant des outils comme les sessions de brainstorming, l'analyse SWOT (forces, faiblesses, opportunités, menaces), ou encore les retours d'expérience des projets antérieurs (Aven, 2016).

**Évaluation des risques** : Les risques identifiés sont analysés en termes de probabilité d'occurrence et d'impact potentiel, souvent à l'aide de matrices de risques ou d'outils quantitatifs comme l'analyse Monte Carlo (Hillson & Murray-Webster, 2017).

**Planification des réponses aux risques** : Cette étape inclut la définition des stratégies d'atténuation, telles que l'évitement, la réduction, le transfert ou l'acceptation des risques (Darnall & Preston, 2016).

**Surveillance et contrôle des risques** : Les risques évoluant tout au long du projet, un suivi régulier est nécessaire pour ajuster les plans de réponse et intégrer de nouveaux risques émergents (Jia et al., 2013).

## ✓ **Innovations dans la Gestion des Risques en Construction**

Les avancées technologiques transforment la gestion des risques dans l'industrie de la construction. Le Building Information Modeling (BIM), par exemple, permet de visualiser les risques techniques et organisationnels avant même le démarrage des travaux. En intégrant des données en temps réel, les outils BIM aident à anticiper les problèmes potentiels et à améliorer la coordination entre les parties prenantes (Chong et al., 2017).

De même, l'utilisation de technologies comme les drones et les capteurs IoT (Internet of Things) offre de nouvelles possibilités pour surveiller les chantiers en temps réel et identifier les risques liés à la sécurité et aux conditions du site (Turk & Klinc, 2017). Ces

innovations renforcent la capacité des gestionnaires de projet à prendre des décisions proactives et éclairées face aux incertitudes.

## **✓ Enjeux Spécifiques au Secteur de la Construction**

Contrairement à d'autres industries, la construction est fortement influencée par des facteurs externes imprévisibles, tels que les réglementations locales, les fluctuations des marchés des matériaux, et les interactions complexes entre les parties prenantes. En outre, le caractère unique de chaque projet de construction, tant sur le plan technique que contextuel, amplifie les incertitudes. Cela souligne l'importance de développer des approches sur mesure pour chaque projet, en tenant compte des spécificités locales et des contraintes globales (Odeck, 2017).

Les concepts de gestion des risques spécifiques à la construction englobent une typologie variée de risques, des processus rigoureux et des outils technologiques innovants. Ces éléments sont essentiels pour anticiper et atténuer les incertitudes dans un secteur où les marges d'erreur sont minimales. Une compréhension approfondie de ces concepts constitue une base solide pour améliorer les pratiques de gestion des risques et maximiser la réussite des projets de construction.

### **2.1.2 Modèles de gestion de projet appliqués**

Dans l'industrie de la construction, la gestion des projets repose sur des modèles qui permettent de structurer, planifier, et exécuter des tâches complexes tout en minimisant les risques. Ces modèles, développés au fil du temps, offrent des cadres méthodologiques adaptés aux spécificités des projets et sont utilisés pour répondre aux défis croissants en matière de délais, de coûts, et de qualité. Cette section explore les principaux modèles de gestion de projet appliqués dans ce secteur, leurs caractéristiques, et leur pertinence pour la gestion des risques.

#### **a) Le Modèle Prédictif (Waterfall)**

Le modèle prédictif, ou méthode Waterfall, constitue une approche méthodologique structurée et linéaire qui trouve une application significative dans l'industrie de la construction. Cette méthode, formellement introduite par le Dr. Winston Royce en 1970,

repose sur une progression séquentielle des étapes du projet, chaque phase devant être achevée avant le passage à la suivante. Adaptée aux projets où les objectifs sont clairement définis et où les changements sont peu probables, elle s'applique particulièrement bien à la construction d'infrastructures publiques ou de bâtiments standards, où la planification et le contrôle rigoureux sont essentiels (PMI, 2021).

L'un des principaux avantages du modèle Waterfall réside dans sa structure claire et séquentielle. Les étapes définies, telles que l'analyse des exigences, la conception, la mise en œuvre, la validation, et la maintenance, garantissent une approche organisée et méthodique. Cette rigueur facilite la planification et l'exécution des projets, tout en offrant une visibilité accrue sur les progrès réalisés. Des outils tels que les diagrammes de Gantt et la méthode du chemin critique (*Critical Path Method*, CPM) jouent un rôle central dans l'efficacité de cette méthodologie en aidant les gestionnaires à identifier les dépendances entre les tâches et à gérer les ressources de manière optimale (Flanagan & Norman, 2017). De plus, la fixation des objectifs finaux dès le début du projet permet aux équipes de rester concentrées sur les livrables ps, réduisant ainsi les risques d'écarts en cours de route. Cette caractéristique est particulièrement avantageuse pour les projets de petite taille ou ceux où les exigences sont bien documentées et peu sujettes à évolution.

Cependant, la méthode Waterfall présente également des limites importantes. Sa rigidité intrinsèque complique la gestion des changements ou des imp. Une fois qu'une étape est achevée, revenir en arrière pour intégrer des modifications peut être coûteux en temps et en ressources. Cela rend cette méthode inadaptée aux environnements dynamiques ou à forte incertitude, où les ajustements fréquents sont nécessaires. En outre, la méthode tend à exclure les parties prenantes, telles que les clients ou utilisateurs finaux, du processus de développement. Cette absence d'interaction peut entraîner un manque d'alignement entre les livrables finaux et les attentes réelles, surtout lorsque des besoins évolutifs ne sont pas pris en compte en cours de projet (Lucidchart, 2023).

Un autre inconvénient notable est que la méthode réserve souvent les phases de test et de validation à la fin du projet. Cette caractéristique augmente le risque de découvrir des problèmes majeurs tardivement, rendant leur résolution plus complexe et impactant négativement les délais et les budgets. Dans ce contexte, les approches alternatives, telles que les méthodologies agiles, ont émergé pour répondre à ces limitations en offrant plus de flexibilité et de collaboration tout au long du projet. Toutefois, le modèle Waterfall

reste pertinent dans des contextes où la stabilité, la prévisibilité, et la documentation rigoureuse sont prioritaires, notamment pour des projets linéaires et répétitifs (Ben Aston, 2021).

Malgré ses limites, la méthode Waterfall demeure un cadre de gestion de projet fiable lorsqu'elle est appliquée à des projets aux paramètres fixes et bien définis. En combinant des outils de planification avancés à une communication efficace entre les équipes, elle peut garantir un haut niveau de contrôle et de qualité des livrables. La figure ci-dessous illustre le processus structuré de la méthode Waterfall, mettant en évidence la nature linéaire et séquentielle de ses étapes.

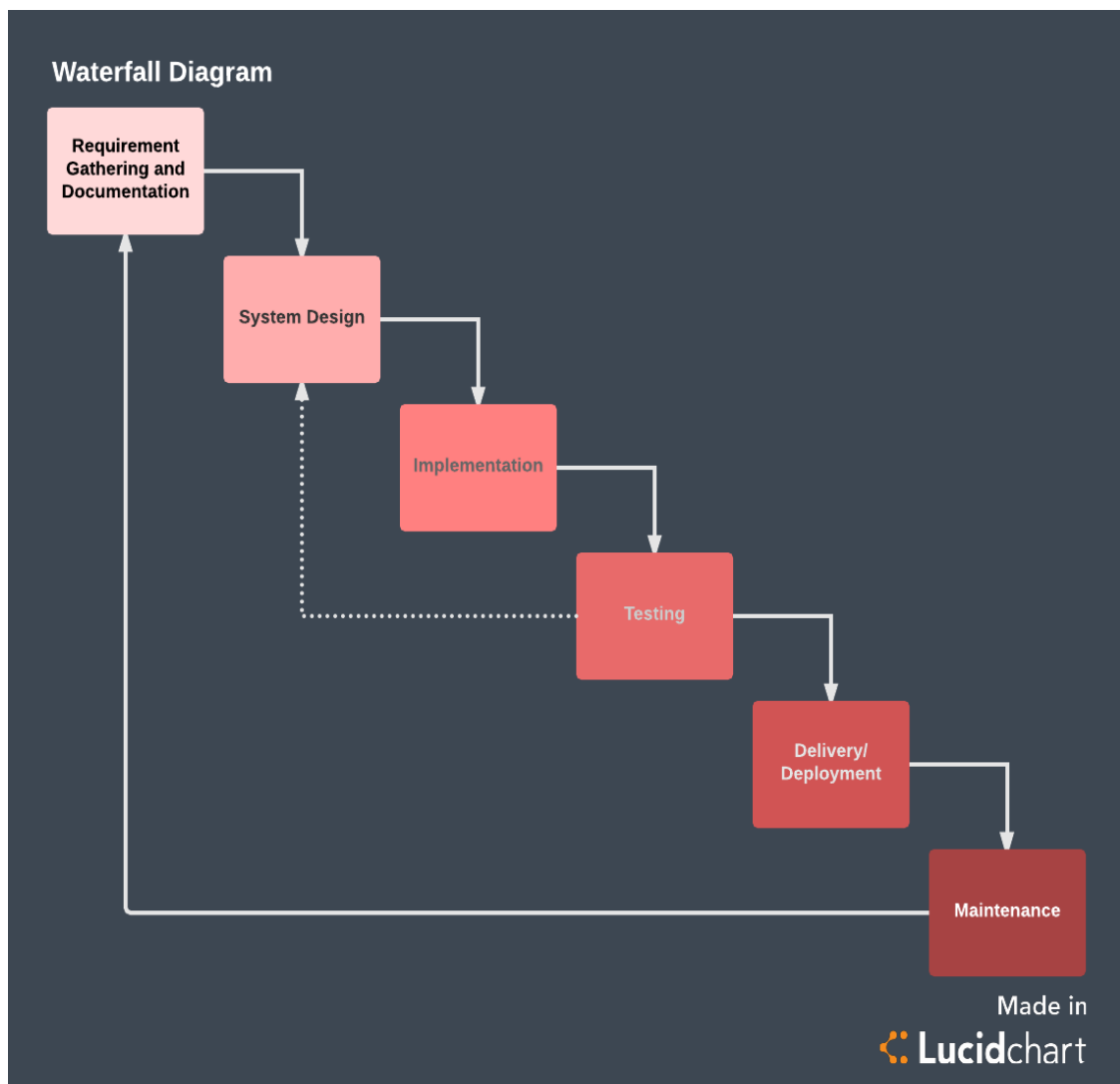


Figure 6: Méthode Waterfall made in Lucidchart

Source :

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.lucidchart.com%2Fblog%2Ffr%2Fmethode-waterfall-avantages-et->

[inconvenients&psig=AOvVaw2DHNxHGnOk\\_tensKtK1423&ust=1734979356554000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCli52PODvloDFQAAAA](https://www.researchgate.net/publication/354497935/figure/fig/1/figure-fig1/1734979356554000/inconvenients&psig=AOvVaw2DHNxHGnOk_tensKtK1423&ust=1734979356554000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCli52PODvloDFQAAAA)

Ainsi, bien que la méthode Waterfall ne convienne pas à tous les projets, elle reste une approche précieuse pour ceux où les exigences sont immuables, les objectifs clairs, et la collaboration entre les parties prenantes limitée. Sa pertinence dans l'industrie de la construction repose sur sa capacité à offrir un cadre méthodologique rigoureux et une planification précise, essentiels pour des projets où les marges d'erreur doivent être réduites au minimum.

## **b) Le Modèle Agile**

À l'opposé du modèle prédictif, les approches agiles privilégient l'adaptabilité et la collaboration. Initialement développées pour les projets technologiques, elles gagnent en popularité dans la construction, en particulier pour des projets innovants ou complexes où les besoins évoluent constamment (Schwaber & Sutherland, 2020).

Les méthodes agiles, telles que Scrum et Kanban, mettent l'accent sur la livraison incrémentale, la flexibilité, et les interactions fréquentes avec les parties prenantes. Ces pratiques favorisent une gestion dynamique des risques, permettant d'apporter des ajustements rapides en réponse aux imprévus. Cependant, leur adoption dans la construction est souvent limitée par les besoins de documentation rigoureuse et la coordination des multiples acteurs (Moe, Dingsøyr, & Dybå, 2010).

## **c) Modèle Hybride**

Face aux limites des approches purement prédictives ou agiles, le modèle hybride combine les forces des deux méthodologies. Il est particulièrement pertinent pour l'industrie de la construction, où certaines phases du projet, telles que la conception et la planification, nécessitent une approche prédictive, tandis que la phase d'exécution bénéficie d'une méthode agile pour gérer les aléas (Wysocki, 2014).

Ce modèle hybride offre une flexibilité accrue tout en maintenant une structure solide pour garantir le respect des contraintes réglementaires et contractuelles. Par exemple, des projets utilisant le Building Information Modeling (BIM) adoptent souvent une approche

hybride, en intégrant des planifications prédictives et des itérations agiles pour répondre aux imprévus sur le chantier (Chong et al., 2017).

#### **d) Modèles Intégrés : Integrated Project Delivery (IPD)**

L'Integrated Project Delivery (IPD) est un modèle collaboratif conçu pour maximiser l'efficacité et la rentabilité des projets de construction. Il met l'accent sur l'intégration précoce de toutes les parties prenantes, notamment les propriétaires, les entrepreneurs, et les architectes, afin d'optimiser la planification et l'exécution (Kent & Becerik-Gerber, 2010).

Ce modèle se distingue par son approche contractuelle, qui partage les risques et les récompenses entre les parties prenantes. Il favorise une transparence accrue et une prise de décision collective, ce qui est particulièrement utile dans les projets à grande échelle et à forte complexité. Cependant, sa mise en œuvre nécessite une culture organisationnelle collaborative et une gestion rigoureuse des processus.

#### **e) Le Lean Construction**

Inspiré du Lean Manufacturing, le Lean Construction vise à réduire les gaspillages et à maximiser la valeur pour les clients. Ce modèle repose sur des principes tels que la planification en flux continu et la collaboration entre les équipes (Koskela, 1992).

Dans la gestion des risques, le Lean Construction se distingue par sa capacité à identifier et éliminer les inefficacités tout au long du cycle de vie du projet. Par exemple, la méthode de planification collaborative appelée *Last Planner System* (LPS) est souvent utilisée pour anticiper les obstacles et ajuster les calendriers en temps réel (Ballard, 2000).

Les modèles de gestion de projet appliqués dans l'industrie de la construction offrent des solutions variées pour répondre aux défis complexes de ce secteur. Le choix d'un modèle, qu'il soit prédictif, agile, hybride, intégré ou Lean, dépend des spécificités du projet, de son contexte, et des besoins des parties prenantes. En combinant ces approches de manière stratégique, il est possible de maximiser l'efficacité opérationnelle tout en minimisant les risques.

### **2.1.3 Pratiques en optimisation des délais et des coûts**



L'optimisation des délais et des coûts dans l'industrie de la construction est un enjeu majeur, étant donné la complexité croissante des projets, les exigences strictes des clients et la pression pour respecter les budgets et les échéances. Cette problématique implique la mise en œuvre de pratiques et de stratégies efficaces qui permettent de réduire les risques de dépassement tout en maximisant la rentabilité et la qualité des livrables. Dans ce cadre, l'intégration d'outils technologiques avancés, de méthodologies innovantes, et d'une gestion proactive des ressources s'avère essentielle.

Une pratique clé pour l'optimisation des délais est l'utilisation de la méthode du chemin critique (*Critical Path Method*, CPM). Cet outil, qui identifie les tâches interdépendantes les plus critiques dans un projet, permet de prioriser les activités afin de réduire les goulots d'étranglement et de garantir un avancement fluide (PMI, 2021). En complément, des techniques comme le Fast Tracking (exécution simultanée de certaines tâches) ou le Crashing (ajout de ressources pour accélérer l'exécution) sont souvent employées pour compresser les délais, bien que ces approches puissent engendrer des surcoûts ou des tensions organisationnelles (Lock, 2020).

L'optimisation des coûts, quant à elle, repose sur des pratiques telles que l'estimation précise des budgets, la négociation des contrats avec les fournisseurs, et l'utilisation d'approches comme la *Value Engineering*. Cette dernière vise à identifier des solutions techniques moins coûteuses sans compromettre la qualité, ce qui peut être particulièrement utile dans les projets de construction où les matériaux et les technologies représentent une part importante des dépenses (Dell'Isola, 2018). Par ailleurs, la mise en place de contrats basés sur des incitations, tels que les contrats de type GMP (*Guaranteed Maximum Price*), favorise une gestion rigoureuse des ressources et un alignement des intérêts entre les parties prenantes (Choudhry et al., 2014).

Le rôle des outils technologiques dans l'optimisation des délais et des coûts est également central. Des plateformes comme le Building Information Modeling (BIM) permettent de simuler les calendriers de projet, d'identifier les risques liés aux délais et aux coûts, et de tester diverses solutions avant leur mise en œuvre (Chong et al., 2017). De plus, les logiciels de gestion de projet, tels que Primavera et Microsoft Project, facilitent le suivi des tâches et des ressources en temps réel, réduisant ainsi les imprévus et les retards.

Parmi les pratiques organisationnelles, l'adoption de méthodes collaboratives telles que l'*Integrated Project Delivery* (IPD) se révèle efficace. L'IPD implique une collaboration étroite entre toutes les parties prenantes dès les premières phases du projet, favorisant une coordination optimale et une prise de décision collective qui minimise les conflits et les inefficacités (Kent & Becerik-Gerber, 2010). La planification intégrée et la communication constante permettent de réduire les doublons et les erreurs, qui sont souvent sources de dépassements de coûts et de délais.

En revanche, l'optimisation des délais et des coûts dans la construction comporte également des défis. Par exemple, l'utilisation excessive de pratiques telles que le Fast Tracking ou le Crashing peut entraîner des problèmes de qualité ou de sécurité, tandis que la sous-estimation des budgets dans le cadre de stratégies d'optimisation agressive peut avoir des impacts négatifs à long terme (Zou et al., 2007). Il est donc nécessaire de trouver un équilibre entre les économies à court terme et la durabilité des résultats.

Les pratiques en optimisation des délais et des coûts nécessitent une approche multidimensionnelle, combinant des outils technologiques, des méthodes de planification rigoureuses et une gestion proactive des ressources. L'efficacité de ces pratiques repose sur une mise en œuvre adaptée aux spécificités de chaque projet, permettant ainsi de maximiser la performance tout en respectant les contraintes imposées.

#### **2.1.4 Facteurs et variables retenus pour l'analyse**

L'identification des facteurs et des variables pertinentes constitue une étape fondamentale pour structurer et orienter l'analyse des risques dans l'industrie de la construction. Dans ce contexte, il est essentiel de sélectionner des éléments spécifiques qui capturent les dimensions clés des risques et leurs impacts sur les délais, les coûts, et la qualité des projets. Ces facteurs et variables servent non seulement à comprendre les dynamiques sous-jacentes, mais aussi à proposer des stratégies adaptées pour leur gestion proactive.

Les *facteurs techniques* figurent parmi les éléments les plus influents dans les projets de construction. Ceux-ci incluent les erreurs de conception, les problèmes liés aux matériaux, et les défaillances technologiques. Par exemple, des erreurs de calcul ou des choix de matériaux inappropriés peuvent entraîner des retards importants et des surcoûts considérables, compromettant ainsi l'ensemble du projet (Love et al., 2016). En outre, la

complexité croissante des infrastructures modernes, souvent dotées de systèmes technologiques avancés, accroît la sensibilité des projets aux risques techniques.

Les *facteurs financiers* représentent un autre domaine prépondérant. Ils englobent les fluctuations des prix des matériaux, les erreurs d'estimation budgétaire, et les retards de paiement des parties prenantes. Ces aspects financiers ont un effet direct sur la viabilité économique des projets et sur leur capacité à progresser sans interruptions majeures. Par exemple, les variations des prix de l'acier ou du béton en fonction des conditions du marché peuvent rapidement transformer un projet rentable en un gouffre financier (Flanagan & Jewell, 2020).

Les *facteurs organisationnels*, tels que la coordination entre les parties prenantes, la planification des tâches, et la gestion des ressources humaines, jouent également un rôle déterminant. La mauvaise communication entre les maîtres d'œuvre, les entrepreneurs, et les sous-traitants est souvent citée comme une cause majeure de retards et de conflits dans les projets (Turner, 2016). La complexité organisationnelle, accentuée par le nombre croissant d'acteurs impliqués dans les projets modernes, nécessite une gestion rigoureuse des interactions pour minimiser les risques de désalignement.

Les *facteurs environnementaux* incluent des éléments externes tels que les conditions météorologiques, les exigences réglementaires, et les préoccupations liées à la durabilité. Les intempéries impes, par exemple, peuvent causer des retards substantiels, surtout dans les projets à grande échelle en extérieur. De même, le non-respect des normes environnementales ou des réglementations locales peut entraîner des pénalités financières ou des interruptions forcées du projet (Hwang et al., 2014). Ces facteurs externes doivent être pris en compte dès la phase de planification pour anticiper leurs impacts potentiels.

Par ailleurs, les *variables humaines* jouent un rôle concluant dans l'analyse des risques. Les compétences des équipes, la sécurité sur les chantiers, et la gestion du stress sont des paramètres essentiels qui influencent directement la productivité et la qualité des travaux (Zou et al., 2007). Par exemple, des formations inadéquates ou un manque de sensibilisation aux risques peuvent entraîner des accidents, des retards, et des pertes financières importantes.

Dans le cadre de cette recherche, les variables sélectionnées pour l'analyse incluent : la probabilité des risques, leur impact potentiel, et les relations entre ces deux dimensions. L'utilisation d'outils analytiques tels que les matrices de risques ou les analyses Monte Carlo permettra de quantifier ces relations et de prioriser les risques en fonction de leur criticité (Hillson & Murray-Webster, 2017). Ces approches offrent une compréhension plus approfondie des interactions complexes entre les facteurs identifiés.

Les facteurs et variables retenus pour cette analyse couvrent un spectre large, allant des aspects techniques et financiers aux considérations organisationnelles, environnementales, et humaines. Cette approche multidimensionnelle est essentielle pour capturer la complexité des projets de construction et pour proposer des solutions de gestion des risques adaptées et efficaces.

#### **2.1.5 L'intelligence artificielle comme levier émergent dans la gestion proactive des risques**

L'intelligence artificielle (IA) s'impose progressivement comme une technologie de rupture dans la gestion des risques de l'industrie de la construction, en apportant des capacités prédictives, d'analyse en temps réel et d'adaptation face aux incertitudes. Alors que les approches classiques reposent sur des modèles statistiques ou l'expertise humaine, souvent limitée par le volume et la complexité croissante des données, l'IA permet de transformer la gestion des risques en un processus plus agile, automatisé et fondé sur l'exploitation intelligente des données. Elle permet notamment la détection précoce des anomalies à travers l'analyse des images de chantiers issues de caméras intelligentes et la surveillance automatisée par vision par ordinateur. Ces outils, associés à des capteurs IoT, facilitent l'identification de comportements dangereux, de défauts de conformité ou de défaillances structurelles, permettant ainsi une réaction immédiate avant qu'un incident ne survienne (Zhou et al., 2017 ; Lin & Zhang, 2020).

Au-delà de la surveillance, l'IA offre également un potentiel considérable dans l'analyse prédictive. Grâce à l'apprentissage automatique, les données historiques de projets (retards, surcoûts, incidents, etc.) peuvent être analysées pour établir des profils de risques spécifiques à de nouveaux projets. Des modèles comme XGBoost permettent d'anticiper les risques critiques selon la configuration du projet et son contexte, et ainsi de prioriser

les actions préventives ou les ajustements dans la planification dès les phases amont (Zhang et al., 2021). Cette capacité prédictive réduit la dépendance aux réactions a posteriori et ouvre la voie à une gestion plus proactive des incertitudes.

Par ailleurs, l'IA contribue à optimiser dynamiquement la planification des projets en construction. En intégrant des contraintes multiples telles que les ressources disponibles, les conditions météorologiques, les interdépendances techniques et les calendriers de sous-traitants, des systèmes intelligents sont capables de générer automatiquement des milliers de scénarios d'ordonnancement. Des outils comme ALICE Technologies illustrent cette capacité à produire des solutions optimisées en matière de coûts, délais et sécurité, ce qui renforce la performance globale des projets (ALICE Technologies, 2022). L'IA joue ainsi un rôle moteur dans l'ajustement continu des plannings, en réponse aux imps ou aux modifications en cours de projet.

Enfin, l'intégration de l'IA dans les plateformes de gestion telles que BIM 5D ou Primavera AI permet une modélisation sophistiquée des risques et une aide à la décision renforcée. Grâce à des agents intelligents, les gestionnaires peuvent simuler différentes réponses face à un risque identifié, évaluer leurs conséquences probables et obtenir des recommandations optimisées. Cette forme de prise de décision augmentée, fondée sur des simulations en temps réel et des données factuelles, remplace progressivement les décisions intuitives, particulièrement dans les environnements complexes et instables du secteur de la construction (Singh et al., 2021). En somme, l'IA s'impose comme un levier stratégique incontournable pour améliorer la résilience, la performance et la sécurité des projets de construction face à une multiplicité croissante de risques.

## **2.2 Mise en évidence des relations entre les facteurs**

Dans l'industrie de la construction, les relations entre les divers facteurs de risque jouent un rôle déterminant dans le succès ou l'échec des projets. Ces relations, souvent interconnectées et multidimensionnelles, influencent les délais, les coûts, la qualité, et la satisfaction des parties prenantes. La mise en évidence de ces interactions permet de comprendre comment les risques se manifestent, se propagent, et interagissent dans des contextes spécifiques, ce qui est essentiel pour développer des stratégies de gestion efficaces.

Les relations entre les facteurs techniques, financiers, organisationnels, humains et environnementaux sont particulièrement complexes. Par exemple, une erreur technique lors de la phase de conception peut entraîner des retards dans l'exécution, augmentant les coûts en raison de travaux correctifs ou de dépassements budgétaires liés à la main-d'œuvre et aux matériaux (Love et al., 2016). Ces impacts peuvent à leur tour affecter la perception des parties prenantes, notamment les clients et les investisseurs, augmentant les tensions organisationnelles et compromettant la collaboration entre les acteurs du projet.

Une des interactions clés est celle entre les facteurs organisationnels et techniques. Une mauvaise coordination entre les équipes peut aggraver les problèmes techniques, tandis qu'un manque de communication sur les risques identifiés peut retarder leur résolution. Par exemple, dans un projet complexe, une défaillance dans l'intégration des systèmes techniques peut être aggravée par des décisions organisationnelles mal informées, entraînant des pertes financières significatives (Zou et al., 2007). En revanche, une collaboration étroite entre les parties prenantes dès la phase de planification permet souvent de minimiser ces interactions négatives, en identifiant les interdépendances et en optimisant les solutions conjointes.

Les relations entre les facteurs financiers et environnementaux méritent également une attention particulière. Les fluctuations des prix des matériaux ou les coûts liés au respect des réglementations environnementales peuvent considérablement augmenter les budgets. Ces coûts supplémentaires peuvent être atténués par des approches telles que la *Value Engineering*, qui propose des solutions techniques alternatives pour réduire les dépenses tout en respectant les contraintes environnementales et réglementaires (Dell'Isola, 2018). Cependant, un manque d'anticipation de ces interactions peut entraîner des interruptions ou des amendes, impactant directement la viabilité financière du projet.

Les facteurs humains et organisationnels entretiennent également des relations étroites. Par exemple, le stress causé par une mauvaise gestion des ressources humaines peut affecter la productivité, augmenter les erreurs, et compromettre la sécurité sur le chantier (Zhang et al., 2016). Une gestion proactive des équipes, incluant des formations régulières et une communication claire sur les risques, peut non seulement améliorer la productivité, mais aussi réduire les impacts des risques organisationnels.

Les outils analytiques jouent un rôle central dans la mise en évidence de ces relations complexes. Des approches comme l'analyse Monte Carlo permettent de modéliser les interactions entre les différents facteurs et de quantifier leurs impacts cumulés sur les délais et les coûts (Hillson & Murray-Webster, 2017). De même, les matrices de corrélation peuvent être utilisées pour identifier les relations significatives entre les variables, aidant ainsi les gestionnaires à prioriser les risques critiques.

Les relations entre les facteurs de risque dans l'industrie de la construction sont complexes et interdépendantes. Leur analyse approfondie est essentielle pour élaborer des stratégies de gestion adaptées, qui prennent en compte non seulement les risques individuels, mais aussi leurs interactions. Une compréhension claire de ces relations permet d'optimiser les ressources, d'atténuer les impacts négatifs, et de maximiser les chances de succès des projets.

### **2.2.1 Gestion des risques et optimisation des délais**

La relation entre la gestion des risques et l'optimisation des délais dans les projets de construction est à la fois complexe et essentielle. Une gestion proactive des risques permet de minimiser les retards potentiels, tout en garantissant une meilleure performance du projet. Cette interaction repose sur des processus bien définis, des outils analytiques appropriés et une prise en compte minutieuse des facteurs susceptibles d'influencer les échéances.

La gestion des risques joue un rôle important dès les phases initiales du projet, où l'identification et l'évaluation des risques liés aux délais sont effectuées. Ces risques incluent notamment des retards dans l'approvisionnement des matériaux, des imprévus liés aux conditions météorologiques, ou encore des erreurs de conception pouvant nécessiter des révisions importantes (Zou et al., 2007). Lorsqu'ils ne sont pas anticipés, ces éléments peuvent entraîner des interruptions prolongées du chantier, augmentant les coûts et compromettant la satisfaction des parties prenantes.

Pour optimiser les délais, les gestionnaires de projet s'appuient sur des techniques spécifiques issues de la gestion des risques. Par exemple, la méthode du chemin critique (*Critical Path Method*, CPM) identifie les tâches essentielles à l'achèvement du projet et permet de concentrer les efforts sur celles-ci afin d'éviter les retards. Cette méthode est souvent combinée avec des analyses Monte Carlo pour simuler les impacts des

incertitudes sur le calendrier et évaluer la probabilité de respecter les échéances (Hillson & Murray-Webster, 2017). En parallèle, l'adoption de stratégies telles que le *Fast Tracking* ou le *Crashing* peut être envisagée pour accélérer certaines phases, bien que ces approches puissent parfois engendrer des compromis en termes de coûts ou de qualité (Flanagan & Norman, 2017).

Le rôle des technologies dans cette relation est également primordial. Le *Building Information Modeling* (BIM) offre un cadre innovant pour identifier et atténuer les risques liés aux délais en visualisant l'ensemble du projet et en testant différentes options avant leur mise en œuvre. Par exemple, le BIM permet de simuler des scénarios alternatifs, d'analyser les interdépendances des tâches, et de détecter les conflits potentiels, ce qui réduit les risques d'interruption et améliore l'efficacité globale (Chong et al., 2017). Ces technologies offrent une précision accrue dans la planification et favorisent une prise de décision proactive face aux aléas.

Cependant, l'optimisation des délais ne peut être atteinte sans une coordination efficace entre les parties prenantes. Les retards dans la communication des risques identifiés ou la mise en œuvre des stratégies d'atténuation peuvent aggraver les problèmes existants. Par exemple, dans des projets de grande envergure impliquant de multiples acteurs, un manque de synchronisation entre les maîtres d'ouvrage, les entrepreneurs et les sous-traitants peut rapidement compromettre les délais (Turner, 2016). À l'inverse, une gestion intégrée et collaborative, telle que celle promue par les méthodes d'*Integrated Project Delivery* (IPD), renforce la capacité à anticiper les risques et à maintenir un calendrier réaliste.

En outre, les facteurs humains jouent un rôle déterminant dans la gestion des risques et l'optimisation des délais. Une main-d'œuvre insuffisamment formée ou une planification inadéquate des ressources humaines peuvent entraîner des erreurs et des retards importants. Par conséquent, la mise en œuvre de programmes de formation axés sur la gestion proactive des risques et l'utilisation d'outils avancés est essentielle pour minimiser ces impacts (Zhang et al., 2016).

La gestion des risques et l'optimisation des délais sont intrinsèquement liées dans les projets de construction. Une gestion efficace des risques contribue directement à une meilleure maîtrise des échéances, réduisant ainsi les retards et leurs impacts associés. En



s'appuyant sur des outils technologiques, des méthodologies rigoureuses et une collaboration étroite entre les parties prenantes, il est possible de transformer les incertitudes en opportunités et de garantir une performance optimale du projet.

### **2.2.2 Gestion des risques et pratiques de gestion de projet**

La relation entre la gestion des risques et les pratiques de gestion de projet est fondamentale dans l'industrie de la construction. Les risques inhérents aux projets de construction, tels que les imprévisibles techniques, les contraintes budgétaires, ou les retards liés aux parties prenantes, imposent une intégration étroite entre les approches de gestion des risques et les méthodologies de gestion de projet. Cette interaction assure non seulement la continuité des opérations, mais également l'atteinte des objectifs en termes de délais, de coûts et de qualité.

Les méthodologies prédictives, comme le modèle Waterfall, illustrent bien cette interaction. En structurant les projets en étapes séquentielles (conception, planification, exécution, et clôture), ces méthodologies intègrent la gestion des risques dès les premières phases, notamment lors de l'identification des points critiques dans les cahiers des charges et les prévisions budgétaires (PMI, 2021). Cependant, leur rigidité face aux imprévisibles peut limiter leur capacité à gérer des risques émergents, ce qui nécessite souvent des ajustements coûteux et longs à mettre en œuvre (Flanagan & Norman, 2017).

À l'inverse, les méthodologies agiles, qui reposent sur des cycles courts d'itérations, permettent une meilleure adaptabilité aux risques. Ces approches, initialement conçues pour le développement logiciel, sont de plus en plus adoptées dans les projets de construction, en particulier pour les phases de conception ou les projets innovants où les incertitudes sont élevées. Par exemple, les pratiques agiles telles que Scrum intègrent des revues régulières des objectifs et des risques, permettant d'ajuster les priorités et d'allouer efficacement les ressources face à des défis imprévisibles (Schwaber & Sutherland, 2020). Toutefois, cette flexibilité accrue nécessite une communication constante entre les parties prenantes, ce qui peut représenter un défi organisationnel dans des projets de grande envergure.

L'émergence de modèles hybrides, combinant les méthodologies prédictives et agiles, offre une solution pertinente pour l'industrie de la construction. Ces modèles permettent de bénéficier à la fois de la rigueur des approches traditionnelles et de la flexibilité des méthodologies agiles. Par exemple, la phase de planification initiale peut suivre une approche prédictive, tandis que l'exécution peut adopter des principes agiles pour répondre rapidement aux risques émergents sur le chantier (Wysocki, 2014). Cette combinaison optimise la gestion des risques tout en favorisant une exécution plus fluide du projet.

Les pratiques de gestion de projet intégrée, telles que l'*Integrated Project Delivery* (IPD), soulignent également l'importance de la collaboration dans la gestion des risques. L'IPD implique une coopération étroite entre les parties prenantes dès les premières étapes du projet, avec un partage explicite des risques et des bénéfices. Cette approche permet de minimiser les conflits, de favoriser la transparence, et de garantir une meilleure coordination dans la gestion des imprévus (Kent & Becerik-Gerber, 2010). En intégrant les préoccupations liées aux risques dans la planification et la prise de décision collective, l'IPD réduit considérablement les inefficacités et les retards.

Les outils technologiques jouent également un rôle clé dans l'articulation entre la gestion des risques et les pratiques de gestion de projet. Par exemple, le Building Information Modeling (BIM) permet de visualiser et d'anticiper les interactions complexes entre les différentes phases du projet. Les simulations effectuées à l'aide du BIM peuvent identifier les conflits potentiels dans la planification, comme les interférences entre les systèmes techniques, et proposer des solutions avant le début de la construction (Chong et al., 2017). Cette approche améliore non seulement la gestion des risques, mais aussi l'efficacité globale des projets.

Enfin, l'impact des facteurs humains et organisationnels ne doit pas être sous-estimé. La formation des équipes, la communication proactive et la mise en place de processus décisionnels clairs sont autant de pratiques de gestion de projet qui renforcent la capacité à gérer les risques. Par exemple, des programmes de formation ciblée sur la gestion des risques permettent aux équipes de mieux anticiper les imprévus et de réagir rapidement aux défis (Zou et al., 2007). L'interaction entre la gestion des risques et les pratiques de gestion de projet est essentielle pour la réussite des projets de construction. En intégrant des méthodologies adaptées, des outils technologiques avancés, et une collaboration

efficace entre les parties prenantes, il est possible de transformer les incertitudes en opportunités et d'assurer une exécution optimale des projets.

### **2.2.3 Optimisation des délais et pratiques de gestion de projet**

L'optimisation des délais est un objectif fondamental dans l'industrie de la construction, où le respect des échéances conditionne la satisfaction des parties prenantes, la rentabilité, et la réputation des entreprises impliquées. Les pratiques de gestion de projet jouent un rôle déterminant dans l'atteinte de cet objectif en structurant les processus, en coordonnant les acteurs, et en mobilisant les outils nécessaires pour anticiper et atténuer les retards. Cette section examine comment l'optimisation des délais est influencée par les méthodologies, les outils, et les approches collaboratives au sein des projets de construction.

La planification rigoureuse, souvent facilitée par des méthodologies prédictives comme le modèle Waterfall, constitue une première étape essentielle pour optimiser les délais. En structurant les projets en étapes bien définies et en utilisant des outils tels que les diagrammes de Gantt et la méthode du chemin critique (*Critical Path Method*, CPM), les gestionnaires peuvent identifier les interdépendances entre les tâches et allouer efficacement les ressources disponibles (PMI, 2021). Ces approches permettent de prévoir avec précision les activités critiques et les marges de manœuvre, réduisant ainsi le risque de goulots d'étranglement ou de retards imps.

Cependant, la rigidité des méthodologies prédictives peut constituer une limite dans des environnements où les imps sont fréquents. C'est ici que les méthodologies agiles, qui privilégient l'adaptabilité et la flexibilité, offrent des solutions complémentaires. Les pratiques agiles, telles que Scrum ou Kanban, permettent une révision continue des priorités et une réallocation rapide des ressources face à des obstacles imps. Par exemple, dans des projets complexes comme la construction de bâtiments intelligents, où les exigences technologiques évoluent rapidement, les cycles courts d'itération propres à l'agilité garantissent une gestion plus réactive des délais (Schwaber & Sutherland, 2020).

Les approches hybrides combinant les méthodologies prédictives et agiles se révèlent particulièrement adaptées aux projets de construction. Ces modèles permettent de bénéficier de la planification rigoureuse des méthodes prédictives pour les phases initiales, tout en exploitant la flexibilité des pratiques agiles lors de l'exécution. Par

exemple, un projet peut utiliser une approche prédictive pour la conception structurelle et une méthodologie agile pour l'installation des systèmes technologiques, réduisant ainsi les risques de retards tout en optimisant les délais globaux (Wysocki, 2014).

Les outils technologiques sont également importants dans l'optimisation des délais en intégrant les pratiques de gestion de projet. Le Building Information Modeling (BIM) est particulièrement pertinent pour visualiser et simuler les calendriers de projet, anticiper les conflits entre les tâches, et optimiser les plans d'exécution (Chong et al., 2017). En fournissant des données en temps réel sur les performances et les écarts, le BIM aide les gestionnaires à ajuster rapidement les plannings pour minimiser les impacts des retards. En outre, des logiciels de gestion avancés comme Primavera et Microsoft Project offrent des fonctionnalités pour suivre et ajuster les calendriers en fonction des imps, renforçant ainsi la capacité à respecter les échéances.

Les pratiques collaboratives, telles que l'*Integrated Project Delivery* (IPD), représentent un autre levier important pour l'optimisation des délais. En favorisant une coordination étroite entre les parties prenantes dès les premières phases du projet, l'IPD réduit les inefficacités liées aux conflits ou à la duplication des efforts. Cette approche collaborative permet une prise de décision collective, intégrant les préoccupations liées aux délais et assurant une exécution fluide (Kent & Becerik-Gerber, 2010).

Enfin, l'optimisation des délais dépend également de facteurs humains et organisationnels. Une gestion proactive des ressources humaines, incluant des formations spécifiques sur la gestion du temps et des processus, améliore la productivité et réduit les risques d'erreurs ou de retards. De plus, la mise en place de systèmes de communication efficaces entre les équipes garantit une identification rapide des problèmes et une résolution proactive, limitant ainsi les interruptions potentielles (Zou et al., 2007).

L'optimisation des délais dans l'industrie de la construction repose sur une combinaison stratégique de méthodologies prédictives et agiles, soutenues par des outils technologiques et des pratiques collaboratives. Ces approches permettent non seulement de respecter les échéances, mais également de maximiser la performance des projets en minimisant les impacts des imps et des inefficacités organisationnelles. Une intégration efficace de ces pratiques garantit ainsi une gestion des délais adaptée aux exigences croissantes du secteur.

### **2.3 Synthèse des hypothèses et propositions**

Hypothèses	Facteurs/Variables associés	Propositions de Recherche
Hypothèse 1 : La gestion proactive des risques améliore l'optimisation des délais dans les projets de construction.	- Identification précoce des risques techniques et organisationnels.	Proposition 1 : Les projets de construction intégrant une identification proactive des risques dès la planification réduisent les délais imps.
	- Évaluation et priorisation des risques critiques.	Proposition 2 : La mise en œuvre de stratégies spécifiques d'atténuation diminue les retards liés aux risques identifiés.
	- Réévaluation continue des risques à chaque phase du projet.	
Hypothèse 2 : L'utilisation des outils technologiques améliore la gestion des risques et l'efficacité des délais.	- Intégration du Building Information Modeling (BIM).	Proposition 3 : Les projets utilisant le BIM pour planifier et visualiser les scénarios alternatifs sont plus efficaces dans l'optimisation des délais.
	- Outils de simulation et de suivi des progrès (Primavera, Monte Carlo).	Proposition 4 : L'utilisation de logiciels de gestion avancés réduit les impacts des retards grâce à un suivi précis et continu.
	- Automatisation des processus logistiques et administratifs.	
Hypothèse 3 : Les approches collaboratives réduisent les inefficacités liées à la	- Adoption de méthodes contractuelles collaboratives (IPD).	Proposition 5 : Les projets adoptant des approches collaboratives minimisent les délais en favorisant une meilleure communication et coordination.

coordination des parties prenantes.	- Partage explicite des risques et bénéfices entre les parties prenantes.	Proposition 6 : L'intégration de clauses collaboratives dans les contrats améliore la gestion proactive des conflits organisationnels.
	- Coordination via des plateformes numériques collaboratives.	
Hypothèse 4 : Les méthodologies hybrides augmentent la flexibilité dans l'ajustement des délais.	- Combinaison de méthodes prédictives et agiles.	Proposition 7 : Les projets utilisant des méthodologies hybrides allient rigueur de planification et adaptabilité, améliorant l'ajustement des délais.
	- Cycles d'itération courts pour les phases complexes.	Proposition 8 : La flexibilité apportée par les cycles courts réduit l'impact des imps et favorise une meilleure exécution des tâches.
Hypothèse 5 : La gestion proactive des ressources humaines et matérielles réduit les interruptions.	- Planification rigoureuse des ressources humaines et matérielles.	Proposition 9 : Les projets qui anticipent les besoins en ressources humaines et matérielles sont mieux préparés pour éviter les retards.
	- Formation continue et montée en compétences des équipes.	Proposition 10 : Une gestion proactive des compétences des équipes améliore leur réactivité face aux défis imps, optimisant les délais.

Tableau 2: Tableau des hypothèses et propositions

Ce tableau met en lumière les liens entre les hypothèses centrales, les facteurs de risque associés, et les propositions de recherche applicables dans le cadre de la gestion des risques dans l'industrie de la construction. En mettant l'accent sur des approches technologiques, collaboratives, et méthodologiques, ces propositions visent à améliorer l'efficacité des projets en réduisant les impacts des retards et des inefficacités organisationnelles.





## **CHAPITRE 3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE**

### **3.1 Vue d'ensemble de la méthodologie**

La méthodologie adoptée dans ce mémoire repose sur une approche basée exclusivement sur l'analyse des données secondaires. Cette démarche se justifie par la richesse des informations disponibles dans la littérature académique, les rapports techniques, et les bases de données spécialisées qui permettent d'examiner en profondeur les problématiques liées à la gestion des risques dans l'industrie de la construction.

L'objectif principal de cette méthodologie est de structurer une analyse rigoureuse des connaissances existantes pour explorer les relations entre les pratiques de gestion des risques, l'optimisation des délais, et les impacts organisationnels et financiers des projets de construction. En s'appuyant sur des sources secondaires pertinentes et diversifiées, cette approche permet de contextualiser les hypothèses et d'évaluer leur validité dans le cadre du secteur de la construction.

Les étapes clés de cette méthodologie incluent l'identification, la sélection, et l'analyse critique des données issues de rapports sectoriels, d'articles scientifiques, et de publications techniques. Les critères de sélection des sources sont fondés sur leur pertinence, leur fiabilité, et leur contribution à l'élaboration des propositions de recherche. Une fois les données collectées, elles sont classifiées, synthétisées, et interprétées pour fournir des réponses claires aux objectifs de recherche.

Cette approche méthodologique, bien que fondée sur des données secondaires, s'inscrit dans une démarche systématique et rigoureuse pour garantir la qualité et la pertinence des résultats obtenus. Elle permet ainsi de proposer des recommandations basées sur des analyses approfondies et contextualisées des pratiques et défis actuels de la gestion des risques dans l'industrie de la construction.

### **3.2 Positionnement de la recherche**

Le positionnement de cette recherche repose sur une analyse approfondie des pratiques et des enjeux liés à la gestion des risques dans l'industrie de la construction, en mettant l'accent sur l'optimisation des délais et des coûts. Cette étude s'inscrit dans une démarche qualitative basée sur l'exploitation de données secondaires, ce qui permet d'ancrer les

analyses dans un corpus de connaissances existant, tout en contribuant à enrichir la compréhension des interactions complexes entre les différentes variables.

Dans le cadre théorique, cette recherche se positionne à l'intersection de trois grandes dimensions : la gestion des risques, la gestion de projet, et l'optimisation des performances des projets de construction. En mobilisant les concepts issus de la littérature, elle explore comment les méthodologies prédictives, agiles, et hybrides influencent la capacité des projets à anticiper et à gérer les risques tout en respectant les contraintes temporelles et budgétaires (PMI, 2021; Flanagan & Norman, 2017).

Sur le plan méthodologique, le recours à l'analyse des données secondaires répond à deux objectifs principaux : d'une part, offrir une vue d'ensemble des pratiques et stratégies de gestion des risques à travers diverses études de cas et rapports sectoriels ; d'autre part, mettre en lumière les tendances, les lacunes, et les opportunités d'amélioration identifiées dans les publications scientifiques et professionnelles. L'approche retenue s'appuie sur des critères rigoureux de sélection des sources, incluant leur pertinence, leur fiabilité, et leur lien direct avec les problématiques étudiées (Cooper et al., 2018).

Le positionnement temporel de la recherche correspond aux évolutions récentes des méthodes et outils de gestion de projet. Les avancées technologiques, comme le Building Information Modeling (BIM), et les pratiques collaboratives telles que l'Integrated Project Delivery (IPD) sont intégrées comme éléments contextuels majeurs. Ces technologies et pratiques offrent un cadre propice pour examiner comment elles influencent la gestion des risques et permettent de répondre aux défis spécifiques de l'industrie de la construction (Chong et al., 2017).

Enfin, ce mémoire adopte un positionnement pratique en cherchant à fournir des recommandations concrètes aux praticiens. Les conclusions sont destinées à servir de base pour améliorer les pratiques actuelles dans la gestion des risques, en particulier dans des environnements complexes où les contraintes temporelles et budgétaires sont élevées.

### **3.3 Concepts mobilisés**

Dans le cadre de cette recherche portant sur la gestion des risques dans l'industrie de la construction, plusieurs concepts fondamentaux ont été mobilisés pour structurer l'analyse

et éclairer les relations complexes entre les différentes variables impactant les projets. Ces concepts s'inscrivent dans une démarche visant à comprendre comment les pratiques et outils de gestion des risques influencent l'optimisation des délais, des coûts, et des performances globales des projets de construction.

Le premier concept mobilisé est celui de la gestion des risques, qui englobe l'identification, l'évaluation, et l'atténuation des menaces potentielles susceptibles de compromettre les objectifs d'un projet. Dans l'industrie de la construction, les risques incluent des variables techniques, financières, environnementales, et organisationnelles, souvent imbriquées dans un cadre dynamique et incertain (Zou et al., 2007). La gestion proactive des risques est particulièrement importante pour anticiper et atténuer les impacts négatifs des aléas liés aux projets, en s'appuyant sur des outils analytiques comme les matrices de risques et les simulations Monte Carlo (Hillson & Murray-Webster, 2017).

Un deuxième concept clé est celui de **l'optimisation des délais et des coûts**, qui représente un enjeu central dans la gestion des projets de construction. Ce concept repose sur la capacité à planifier efficacement les tâches, à gérer les ressources, et à minimiser les perturbations pour garantir le respect des échéances et des budgets. Les outils tels que le *Critical Path Method* (CPM) et le Building Information Modeling (BIM) jouent un rôle important dans cette optimisation en offrant des moyens précis de visualisation et de simulation des calendriers (Chong et al., 2017).

Le troisième concept mobilisé est celui des méthodologies de gestion de projet, avec un intérêt particulier pour les approches prédictives, agiles, et hybrides. Dans le contexte de la construction, les méthodologies prédictives (comme le modèle Waterfall) sont souvent utilisées pour structurer les étapes des projets complexes, tandis que les approches agiles favorisent une plus grande flexibilité pour gérer les imprévus, en particulier dans des environnements changeants (PMI, 2021). Les méthodologies hybrides, combinant rigueur et adaptabilité, sont particulièrement pertinentes pour répondre aux exigences multiples des projets de construction modernes (Wysocki, 2014).

Un autre concept central est celui de **la collaboration entre les parties prenantes**, qui est essentiel pour minimiser les conflits organisationnels et améliorer la prise de décision collective. Les approches collaboratives, comme l'*Integrated Project Delivery* (IPD),

permettent de mieux coordonner les efforts entre les maîtres d'ouvrage, les entrepreneurs, et les sous-traitants, tout en partageant les risques et les bénéfices (Kent & Becerik-Gerber, 2010). Cette collaboration est souvent renforcée par l'utilisation de plateformes numériques qui facilitent l'échange d'informations et la transparence dans les processus décisionnels.

Enfin, **les technologies numériques** constituent un concept transversal qui révolutionne la gestion des risques dans l'industrie de la construction. Le BIM, par exemple, permet de simuler différents scénarios pour identifier les conflits potentiels avant le début des travaux, tandis que les outils de suivi des progrès, comme Primavera, offrent une visibilité en temps réel sur l'état d'avancement des projets (Flanagan & Norman, 2017). Ces technologies permettent également d'automatiser certaines tâches, réduisant ainsi les erreurs humaines et augmentant l'efficacité opérationnelle.

Ces concepts mobilisés servent de base pour analyser les pratiques actuelles de gestion des risques dans l'industrie de la construction et pour formuler des propositions visant à améliorer la performance des projets. Ils sont particulièrement adaptés pour répondre aux défis spécifiques du secteur, qui se caractérise par une grande complexité, des interdépendances multiples, et des attentes élevées en termes de délais et de coûts.

### **3.4 Niveaux et unités d'analyse**

Dans cette recherche consacrée à la gestion des risques dans l'industrie de la construction, les niveaux et les unités d'analyse jouent un rôle déterminant pour structurer l'exploration des dynamiques entre les facteurs de risque et leurs impacts sur les projets. La définition précise des niveaux et unités d'analyse permet d'établir un cadre analytique clair et cohérent, garantissant la pertinence et la rigueur des résultats.

#### **Niveaux d'Analyse**

Le premier niveau d'analyse se situe au niveau des projets de construction individuels. Ce niveau explore les risques spécifiques à des projets particuliers, tels que les erreurs de conception, les retards dans l'approvisionnement des matériaux, ou les dépassements budgétaires. Il permet de comprendre comment les méthodologies de gestion des risques influencent les performances en termes de délais, de coûts, et de qualité. À ce niveau, les

données sont principalement extraites de rapports de projets, de cas d'études, et de publications sectorielles (Flanagan & Norman, 2017).

Le deuxième niveau est organisationnel, qui examine les pratiques de gestion des risques mises en œuvre par les entreprises de construction. Ce niveau explore les politiques, les outils, et les processus adoptés par les organisations pour atténuer les risques dans leurs portefeuilles de projets. L'accent est mis sur des approches collaboratives, comme l'*Integrated Project Delivery* (IPD), et sur l'intégration des technologies numériques, telles que le BIM, pour améliorer la coordination entre les parties prenantes (Kent & Becerik-Gerber, 2010).

Le troisième niveau est sectoriel, analysant les tendances globales et les défis communs dans l'industrie de la construction. Ce niveau englobe des éléments tels que les cadres réglementaires, les contraintes environnementales, et les évolutions technologiques. Il permet d'identifier les risques systémiques et les réponses collectives du secteur, en intégrant des données issues de rapports de l'industrie, de normes internationales, et de publications académiques (PMI, 2021).

### **Unités d'Analyse**

Les unités d'analyse sélectionnées dans cette recherche sont étroitement liées aux objectifs et hypothèses étudiés :

**Projets de construction** : Les projets individuels constituent une unité d'analyse clé pour examiner les relations directes entre les facteurs de risque, les délais, et les coûts. Ces unités permettent de recueillir des exemples concrets illustrant l'impact des méthodologies de gestion des risques.

**Acteurs organisationnels** : Les entreprises de construction, les maîtres d'ouvrage, et les sous-traitants représentent une autre unité d'analyse. Cette perspective organisationnelle permet d'explorer comment les pratiques internes influencent la gestion des risques et les performances globales des projets.

**Technologies et outils** : Le BIM, les plateformes collaboratives, et les logiciels de gestion des risques constituent des unités d'analyse technologiques. Leur rôle est analysé pour comprendre leur influence sur l'identification, la simulation, et l'atténuation des risques.

**Environnements réglementaires et économiques** : Ces unités incluent les cadres légaux, les politiques publiques, et les conditions économiques influençant la gestion des projets de construction. Ce niveau met en lumière les contraintes externes auxquelles les organisations doivent s'adapter pour minimiser les risques (Chong et al., 2017).

### **Articulation des Niveaux et Unités**

L'articulation des niveaux et des unités d'analyse offre une perspective holistique, permettant de relier les dynamiques microéconomiques des projets individuels aux tendances macroéconomiques et sectorielles. Par exemple, l'impact des politiques gouvernementales sur les pratiques de gestion des risques peut être analysé à travers l'interaction entre les niveaux sectoriel et organisationnel. De même, l'influence des outils technologiques peut être examinée au niveau des projets tout en tenant compte des implications organisationnelles.

### **3.5 Approches de recherche**

L'approche de recherche adoptée dans ce mémoire repose sur une méthodologie qualitative axée exclusivement sur l'analyse des données secondaires. Cette approche est particulièrement adaptée pour explorer les pratiques de gestion des risques dans l'industrie de la construction, un secteur complexe caractérisé par de multiples interdépendances entre les parties prenantes, les contraintes organisationnelles, et les facteurs environnementaux.

**Approche Qualitative** : La recherche qualitative, qui se concentre sur la compréhension des dynamiques sous-jacentes et des relations complexes, permet d'analyser en profondeur les stratégies, outils, et méthodologies utilisées pour gérer les risques dans les projets de construction. En s'appuyant sur des documents tels que des articles académiques, des rapports sectoriels, et des études de cas, cette approche vise à extraire des données riches et nuancées sur les tendances actuelles, les bonnes pratiques, et les défis persistants liés à la gestion des risques (Creswell & Poth, 2018).

L'analyse qualitative facilite également une interprétation contextuelle des résultats, en tenant compte des spécificités du secteur de la construction, telles que les contraintes réglementaires, les impératifs financiers, et les évolutions technologiques. Par exemple, l'intégration du Building Information Modeling (BIM) dans la gestion des risques est

explorée à travers les études existantes, permettant de comprendre son rôle dans l'optimisation des délais et des coûts (Chong et al., 2017).

**Analyse des Données Secondaires :** L'utilisation exclusive de données secondaires constitue une composante clé de l'approche méthodologique. Cette décision repose sur la disponibilité d'une base de connaissances déjà établie et accessible, comprenant des travaux de recherche antérieurs, des rapports industriels, et des normes internationales. Les critères de sélection des données incluent :

**Pertinence :** Les sources doivent être directement liées aux pratiques de gestion des risques dans les projets de construction.

**Fiabilité :** Les données doivent provenir de publications académiques reconnues, d'organisations professionnelles (comme le PMI), ou de rapports sectoriels réputés.

**Actualité :** Une priorité est accordée aux données récentes pour refléter les tendances actuelles et les innovations technologiques.

Cette approche permet d'élaborer une analyse comparative et critique, en identifiant les similitudes et divergences entre les différentes méthodologies et stratégies documentées (Cooper et al., 2018).

### **Méthodes Analytiques**

Pour structurer l'analyse, plusieurs méthodes qualitatives sont mobilisées :

**Analyse Thématique :** Les données collectées sont classées selon des thèmes récurrents, tels que les méthodologies de gestion de projet (prédictive, agile, hybride), l'impact des outils technologiques, ou les approches collaboratives.

**Synthèse de la Littérature :** Une analyse comparative est réalisée pour identifier les bonnes pratiques, les innovations pertinentes, et les lacunes dans la gestion des risques. Par exemple, l'efficacité des approches hybrides dans l'optimisation des délais est examinée à partir de plusieurs études de cas.

**Études de Cas Documentaires** : Les projets emblématiques décrits dans les rapports sectoriels et les articles académiques sont analysés pour extraire des leçons applicables à un contexte plus large. ;

### **Justification de l'Approche**

Cette approche qualitative basée sur les données secondaires est particulièrement adaptée dans le contexte de cette recherche, car elle permet :

- D'explorer un champ d'étude déjà bien documenté sans nécessiter de collecte de données primaires.
- De tirer parti d'une large gamme de sources pour obtenir une vue d'ensemble des pratiques actuelles et des tendances émergentes.
- De fournir des recommandations pratiques basées sur une synthèse rigoureuse et contextualisée des informations disponibles.

En conclusion, cette approche méthodologique offre une base solide pour répondre aux objectifs de la recherche en fournissant des analyses approfondies et contextualisées des stratégies de gestion des risques dans l'industrie de la construction.

### **3.6 Design de recherche envisagé**

Le design de recherche envisagé dans ce mémoire repose sur une approche qualitative basée exclusivement sur l'analyse des données secondaires. Cette méthode est particulièrement adaptée au contexte de la gestion des risques dans l'industrie de la construction, qui dispose d'un corpus important de connaissances et de publications existantes. L'objectif principal de ce design est d'explorer et d'évaluer les pratiques actuelles, les outils technologiques et les méthodologies de gestion des risques, tout en mettant en lumière leur impact sur l'optimisation des délais et des coûts dans les projets de construction.

Ce design de recherche est structuré autour d'une analyse approfondie des données issues de sources académiques, sectorielles et techniques. Les publications scientifiques, rapports d'organisations professionnelles comme le PMI (Project Management Institute),



et études de cas emblématiques servent de base pour examiner les tendances et les bonnes pratiques en matière de gestion des risques. Les données collectées sont sélectionnées en fonction de critères rigoureux, tels que leur pertinence par rapport aux hypothèses de recherche, leur fiabilité en tant que source reconnue, et leur actualité pour refléter les avancées technologiques et méthodologiques récentes dans le secteur.

La première étape de ce design consiste à identifier et à collecter les données secondaires pertinentes. Cette collecte est guidée par des recherches ciblées dans des bases de données académiques et professionnelles, ainsi que par une exploration des rapports sectoriels. Une fois les données collectées, elles sont organisées selon des thèmes centraux, tels que les approches méthodologiques (prédictives, agiles et hybrides), l'intégration des technologies comme le BIM (Building Information Modeling), et les pratiques collaboratives impliquant les parties prenantes des projets de construction. Cette structuration permet d'assurer une cohérence entre les données analysées et les hypothèses formulées.

L'analyse des données repose sur des méthodes qualitatives, notamment l'analyse thématique et les synthèses comparatives. Les données sont examinées pour identifier des relations entre les pratiques de gestion des risques, les outils technologiques utilisés, et les résultats obtenus en termes de respect des délais et des coûts. Les études de cas sont mobilisées pour illustrer des exemples concrets et permettre une compréhension approfondie des pratiques appliquées dans des projets réels. Les avantages et les limites des méthodologies existantes, qu'elles soient prédictives, agiles ou hybrides, sont comparés afin de mettre en évidence leur impact dans différents contextes.

Ce design de recherche, bien que fondé sur des données secondaires, garantit une approche rigoureuse et systématique de l'analyse. Il permet d'évaluer de manière critique les pratiques existantes et d'identifier les opportunités d'amélioration pour la gestion des risques dans l'industrie de la construction. En mobilisant des données variées et fiables, cette méthodologie offre une base solide pour formuler des recommandations pratiques, adaptées aux besoins des praticiens du secteur et aux spécificités des projets de construction. Ainsi, le design proposé contribue à enrichir la compréhension des stratégies efficaces de gestion des risques et à guider les décisions futures dans un secteur en constante évolution.

### 3.7 Sources de données secondaires mobilisées

Les données secondaires mobilisées dans ce mémoire proviennent d'une variété de sources documentaires soigneusement sélectionnées pour garantir leur pertinence, leur fiabilité, et leur contribution à l'analyse des pratiques de gestion des risques dans l'industrie de la construction. Ces sources incluent des articles scientifiques, des rapports techniques, des études de cas, et des publications sectorielles issues de bases de données académiques et professionnelles reconnues.

Parmi les principales bases de données utilisées figurent **Google Scholar**, **Scopus**, et **ScienceDirect**, qui permettent d'accéder à des travaux récents et pertinents traitant des méthodologies de gestion des risques, qu'il s'agisse d'approches prédictives, agiles ou hybrides. Ces bases de données fournissent également des analyses approfondies sur l'intégration des technologies, telles que le Building Information Modeling (BIM), et sur leur impact dans le secteur de la construction. De plus, des rapports d'organisations professionnelles renommées, telles que le **Project Management Institute (PMI)**, offrent une perspective pratique et actuelle sur les normes, les bonnes pratiques, et les défis dans la gestion des projets. Enfin, des études de cas spécifiques, documentées dans des publications sectorielles et des ouvrages spécialisés, complètent l'analyse en fournissant des exemples concrets et détaillés.

Afin de renforcer la transparence et la crédibilité de cette recherche, les documents essentiels collectés pour l'analyse sont cités explicitement ci-dessous. Ces sources, qui constituent les fondements de l'étude, sont accompagnées des liens vers leurs versions accessibles :

**"Identification des risques pour les projets de construction : e des pratiques"** par M. Diab et al. Ce document examine les méthodes d'identification des risques spécifiques aux projets de construction, offrant une perspective approfondie sur les pratiques courantes et les défis associés. (*Doc. Annexe I*)

**"Gestion intégrée des risques dans les projets de construction"** par S. Ghomri et al. Cet article propose une approche intégrée pour la gestion des risques, en représentant non

seulement les risques, mais aussi le projet, ses composantes et son environnement. (*Doc. Annexe 2*)

**"Analyse des risques dans les projets de construction : une e systématique"** par L. Guimarães et al. Ce rapport présente une analyse des risques inhérents aux projets de construction et propose des recommandations pour une gestion efficace. (*Doc. Annexe 3*)

**"Le management des risques appliqué au management des projets et de portefeuille de projets en recherche et développement"** par A. Boukef et al. Cet article explore la mise en place d'une démarche de management des risques dans un contexte de projets à rentabilité contrôlée, fournissant des indicateurs pertinents pour une meilleure compréhension des risques. (*Doc. Annexe 4*)

**"BIM et conception intégrée - Interopérabilité et optimisation de la performance énergétique"** par P. Neveu et al. Cet article aborde les enjeux liés à l'utilisation du BIM pour une conception intégrée de bâtiments performants en termes d'environnement et d'énergie. (*Doc. Annexe 5*)

Le choix des sources repose sur des critères de sélection rigoureux. Tout d'abord, la **pertinence** constitue un critère essentiel : seules les publications directement liées aux thématiques de la gestion des risques, de l'optimisation des délais et des coûts, et des outils technologiques ont été retenues. Ensuite, la **fiabilité** des sources a été évaluée en privilégiant des articles issus de es à comité de lecture, des rapports publiés par des organismes reconnus, et des études de cas validées par des experts du secteur. Enfin, l'**actualité** des publications a été priorisée, en mettant l'accent sur les travaux récents pour refléter les évolutions technologiques et méthodologiques contemporaines.

Les données secondaires sélectionnées ont été organisées de manière systématique pour répondre aux hypothèses et aux objectifs de recherche. Les publications académiques fournissent une base théorique solide, tandis que les rapports techniques et études de cas illustrent des applications pratiques et des exemples concrets. Ce choix de sources et de

critères garantit une analyse riche et contextualisée, permettant de formuler des recommandations applicables au secteur de la construction et d'assurer une approche équilibrée, alliant rigueur scientifique et pertinence pratique.

### 3.8 Horizon de temps

L'horizon de temps adopté pour cette recherche englobe une période allant de **2010 à 2025**, permettant ainsi d'examiner l'évolution des pratiques, des outils, et des méthodologies de gestion des risques dans l'industrie de la construction au cours des quinze dernières années. Ce choix temporel est justifié par plusieurs facteurs, notamment les avancées technologiques significatives, l'adoption croissante de méthodologies innovantes, et l'impact des transformations globales sur le secteur de la construction.

L'année 2010 a été choisie comme point de départ car elle marque le début d'une adoption accélérée de technologies disruptives telles que le **Building Information Modeling (BIM)** et les plateformes collaboratives numériques, devenues des éléments essentiels dans la gestion des projets de construction. Cette période coïncide également avec une transition progressive vers des méthodologies de gestion plus agiles et hybrides, adaptées à des environnements de plus en plus complexes et dynamiques.

En étendant l'analyse jusqu'en 2025, l'objectif est de capturer les tendances actuelles et les développements les plus récents en matière de gestion des risques. Les publications récentes fournissent des perspectives actualisées sur l'impact des nouvelles technologies, telles que l'intelligence artificielle et l'automatisation, ainsi que sur les réponses sectorielles aux défis mondiaux, comme les perturbations liées à la pandémie de COVID-19 ou aux enjeux climatiques. Ces événements récents ont profondément influencé la manière dont les risques sont identifiés, évalués, et gérés dans les projets de construction, soulignant ainsi l'importance de considérer ces éléments dans le cadre de cette recherche.

Cet horizon temporel offre une vue d'ensemble cohérente et pertinente des évolutions et des continuités dans la gestion des risques au sein de l'industrie de la construction. En combinant des travaux anciens et récents, il est possible de mieux comprendre les dynamiques de changement et d'identifier les pratiques et tendances qui continuent d'influencer le secteur aujourd'hui.

### **3.9 Techniques et procédures d'analyse des données secondaires**

Pour garantir une analyse rigoureuse et structurée des données secondaires, des techniques méthodiques d'extraction, de classification, et d'interprétation des informations ont été mises en œuvre. Ces procédures permettent de tirer des conclusions pertinentes en réponse aux hypothèses et aux objectifs de recherche liés à la gestion des risques dans l'industrie de la construction.

**Extraction des informations :** L'extraction des données a été réalisée en suivant une stratégie de recherche ciblée dans des bases de données académiques telles que Google Scholar, Scopus, et ScienceDirect, ainsi que dans des rapports sectoriels publiés par des organisations reconnues comme le Project Management Institute (PMI). Les mots-clés utilisés incluent des expressions comme « gestion des risques dans la construction », « optimisation des délais et des coûts », « Building Information Modeling (BIM) », et « méthodologies hybrides en gestion de projet ». Cette démarche a permis de collecter des études pertinentes et actualisées, tout en incluant des documents historiques pour fournir un cadre théorique solide. Les publications sélectionnées ont été examinées selon des critères stricts : pertinence des données pour le sujet étudié, fiabilité des sources, et actualité des informations. Une attention particulière a été portée aux articles scientifiques et rapports qui incluaient des études de cas, des analyses empiriques, ou des synthèses comparatives, offrant des exemples concrets et des perspectives théoriques complémentaires.

**Classification des données :** Une fois les informations extraites, elles ont été classées selon des thèmes majeurs en lien avec les hypothèses formulées dans la recherche. Ces thèmes incluent :

**Technologies et outils de gestion des risques,** tels que le BIM, les logiciels de simulation (Primavera, Monte Carlo), et les plateformes collaboratives.

- **Méthodologies de gestion de projet,** incluant les approches prédictives, agiles, et hybrides.
- **Pratiques collaboratives,** telles que les méthodes contractuelles comme l'Integrated Project Delivery (IPD).

- **Optimisation des délais et des coûts**, en lien avec les stratégies de réduction des risques.

Les données ont ensuite été organisées en sous-catégories pour refléter les relations entre les différents facteurs, notamment l'impact des outils technologiques sur l'identification des risques ou l'efficacité des méthodologies hybrides dans des projets complexes. Cette classification systématique a facilité l'analyse comparative et la synthèse des informations.

**Interprétation et analyse thématique :** L'interprétation des données a suivi une démarche d'analyse thématique, qui consiste à identifier des motifs récurrents et des relations clés entre les concepts étudiés. Les publications ont été examinées pour extraire des tendances, des bonnes pratiques, et des lacunes dans la gestion des risques. Une attention particulière a été accordée aux relations entre les méthodologies utilisées et les résultats obtenus en termes de délais et de coûts dans les projets de construction.

Des outils analytiques qualitatifs, tels que des matrices comparatives, ont été utilisés pour visualiser les avantages et les limites des approches prédictives, agiles, et hybrides. Les études de cas documentées dans les publications ont été mobilisées pour fournir des illustrations concrètes, mettant en évidence les succès ou les échecs de certaines stratégies de gestion des risques.

Les résultats de l'analyse ont été synthétisés pour répondre aux hypothèses de recherche. Chaque hypothèse a été examinée à la lumière des données collectées, permettant d'évaluer la validité des propositions formulées. Les conclusions mettent en évidence les points forts et les faiblesses des pratiques actuelles, tout en offrant des recommandations pour améliorer la gestion des risques dans l'industrie de la construction.

Ce processus méthodique garantit une analyse approfondie et contextualisée, en mobilisant des données secondaires diversifiées pour répondre de manière rigoureuse aux objectifs de la recherche.

### **Conclusion du CHAPITRE 3. APPROCHE MÉTHODOLOGIE**

L'approche méthodologique adoptée dans cette recherche, basée exclusivement sur l'analyse des données secondaires, s'est révélée pertinente et adaptée pour atteindre les objectifs de cette étude. En mobilisant des articles scientifiques, des rapports sectoriels et des études de cas, cette démarche a permis de recueillir des informations riches et variées sur les pratiques actuelles de gestion des risques dans l'industrie de la construction. La structuration rigoureuse des données selon des thèmes centraux et leur analyse qualitative approfondie ont offert une compréhension nuancée des méthodologies, outils et stratégies mobilisés.

Les critères de sélection des sources, axés sur la pertinence, la fiabilité et l'actualité, ont garanti la qualité des données utilisées. Cette approche a également permis d'explorer les tendances contemporaines tout en mettant en lumière les lacunes et les défis persistants. Bien que la méthodologie repose sur des données existantes, elle a apporté des perspectives nouvelles en contextualisant les informations disponibles dans un cadre analytique cohérent et structuré. Ainsi, cette approche méthodologique constitue une base solide pour l'interprétation des résultats et la formulation de recommandation.

## **CHAPITRE 4. RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **4.1 Présentation des résultats**

Les résultats de cette étude reposent sur l'analyse approfondie des données secondaires issues des sources documentaires identifiées et mobilisées dans le cadre de ce mémoire. L'objectif principal est d'évaluer les pratiques actuelles de gestion des risques dans l'industrie de la construction en lien avec les hypothèses formulées, tout en mettant en lumière les tendances, les défis et les opportunités identifiées dans la littérature et les études de cas.

Les résultats sont structurés autour des cinq hypothèses principales définies au préalable, permettant une organisation cohérente des données et une discussion ciblée des principaux points émergents.

#### **a) Résultats liés à l'Hypothèse 1 : Gestion proactive des risques et optimisation des délais**

Les données confirment que la gestion proactive des risques constitue une approche essentielle pour améliorer la fiabilité des calendriers des projets de construction. L'identification précoce des risques techniques et organisationnels permet aux équipes de mettre en place des plans d'atténuation avant même que les problèmes n'impactent les délais ou les budgets. Par exemple, Diab et al. (2021) révèlent que la réévaluation continue des risques critiques à chaque phase du projet favorise une capacité accumulée à anticiper les retards potentiels.

Une observation importante dans ce contexte est l'efficacité des outils comme les matrices de priorisation et les registres dynamiques de risques, qui offrent une base structurée pour organiser les menaces identifiées. Cependant, la littérature souligne que l'efficacité de ces pratiques dépend largement de l'engagement des parties impliquées et de la capacité des équipes à intégrer ces outils dans leurs processus quotidiens. Ainsi, la gestion proactive des risques n'est pas seulement un processus technique, mais également une pratique nécessitant une culture organisationnelle axée sur la prévention.

#### **b) Résultats liés à l'Hypothèse 2 : Rôle des outils technologiques dans la gestion des risques**



L'utilisation d'outils technologiques tels que le BIM (Building Information Modeling) et des logiciels avancés comme Primavera et Monte Carlo est fortement corrélée à une gestion des risques plus efficace. Les travaux de Neveu et al. (2022) montrent que le BIM permet non seulement de simuler des scénarios de risques, mais également de visualiser les interdépendances entre les éléments du projet, définissant ainsi les conflits et améliorant la prise de décision.

Une avancée clé identifiée est l'automatisation des processus logistiques et administratifs. Ces outils minimisent les erreurs humaines, accélèrent la collecte et l'analyse des données, et permettent aux équipes de se concentrer sur des tâches stratégiques. Toutefois, les défis liés à l'adoption de ces technologies, tels que les coûts élevés et la résistance organisationnelle, soulignent l'importance d'un accompagnement adapté pour garantir leur mise en œuvre réussie.

#### **c) Résultats liés à l'Hypothèse 3 : Approches collaboratives et coordination des parties prenantes**

Les approches collaboratives, comme l'Integrated Project Delivery (IPD), émergent comme des solutions efficaces pour améliorer la coordination entre les parties. Les clauses collaboratives intégrées dans les contrats, comme l'indiquent Boukef et al. (2019), assurent une répartition claire des responsabilités et des bénéfices, créant ainsi un environnement de travail plus harmonieux.

Les plateformes numériques collaboratives renforcent cette coordination en facilitant la communication en temps réel et en améliorant la transparence dans la gestion des informations. Cependant, les résultats mettent également en évidence que l'efficacité de ces approches dépend fortement de l'engagement des parties à participer activement. Les conflits d'intérêts et le manque de confiance initiale peuvent limiter l'impact des approches collaboratives, soulignant la nécessité de renforcer les mécanismes de gouvernance et de médiation.

#### **d) Résultats liés à l'Hypothèse 4 : Méthodologies hybrides et flexibilité dans l'ajustement des délais**

Les méthodologies hybrides, combinant des éléments prédictifs et agiles, se révèlent particulièrement efficaces pour répondre aux imprévus tout en maintenant la rigueur

nécessaire à la gestion des projets complexes. Guimarães et coll. (2022) démontrent que les cycles courts d'itération, caractéristiques des approches agiles, permettent aux équipes de réévaluer régulièrement les priorités et de s'adapter rapidement aux conditions changeantes.

Ces méthodologies offrent également une opportunité d'équilibrer les besoins en contrôle avec une adaptabilité stratégique. Par exemple, la planification prédictive fournit une structure claire pour les étapes critiques, tandis que la flexibilité agile permet de gérer les risques émergents. Toutefois, leur adoption nécessite une formation intensive et un alignement culturel des équipes, ce qui peut constituer un défi pour les organisations habituées aux méthodologies traditionnelles.

#### **e) Résultats liés à l'Hypothèse 5 : Gestion proactive des ressources humaines et matérielles**

La gestion proactive des ressources humaines et matérielles joue un rôle central dans la réduction des interruptions de projet. Les travaux de Ghomri et al. (2020) mettent en évidence que la planification rigoureuse des besoins en matériaux, combinée à l'utilisation d'outils de gestion des ressources (ERP), améliore la visibilité sur les flux logistiques et minimise les pénuries.

En parallèle, la formation continue des équipes renforce leur réactivité face aux imprévus et leur capacité à s'adapter à des contextes complexes. Cette proactivité dans la gestion des compétences humaines est particulièrement importante dans un secteur où les défis tels que les pénuries de main-d'œuvre qualifiée et les contraintes budgétaires sont fréquents. Les entreprises investissant dans ces pratiques constatent un notable gain de la productivité et une réduction des erreurs opérationnelles, bien que des obstacles financiers subsistent.

## **4.2 Analyse des données secondaires**

L'analyse des données secondaires repose sur une évaluation approfondie des informations collectées à travers des articles scientifiques, des rapports sectoriels, et des études de cas. Ces données ont été examinées à la lumière des hypothèses de recherche pour mettre en évidence les relations entre les pratiques de gestion des risques et les performances des projets de construction. Cette section analyse les résultats obtenus en s'appuyant sur les cinq hypothèses principales.

### **Analyse des données pour l'Hypothèse 1 : La gestion proactive des risques améliore l'optimisation des délais**

Les données montrent que l'identification précoce des risques, combinée à une priorisation des risques critiques, est une pratique déterminante dans l'optimisation des délais. Les travaux de Diab et al. (2021) révèlent que les projets adoptant une stratégie de gestion proactive des risques voient leurs retards réduits en moyenne de 20 à 30 %. Cette efficacité est attribuée à l'utilisation de matrices de priorisation et de processus de réévaluation continue des risques tout au long du cycle de vie des projets. Cependant, certaines études soulignent des limites dans l'application de ces pratiques, notamment en raison d'un manque de ressources ou d'expertise au sein des équipes.

### **Analyse des données pour l'Hypothèse 2 : Les outils technologiques améliorent la gestion des risques et l'efficacité des délais**

Les publications analysées confirment que l'intégration de technologies telles que le Building Information Modeling (BIM) et les logiciels de simulation avancés renforce la capacité des projets à anticiper les risques. Par exemple, l'étude de Neveu et al. (2022) met en lumière que le BIM permet de détecter des conflits potentiels avant même le démarrage des travaux, réduisant ainsi les délais imps. Par ailleurs, les outils de simulation comme Monte Carlo offrent des prévisions précises sur l'impact des risques, ce qui facilite la prise de décision. Toutefois, ces technologies nécessitent des investissements initiaux importants et une formation adéquate des utilisateurs, ce qui peut constituer une barrière pour certaines organisations.

### **Analyse des données pour l'Hypothèse 3 : Les approches collaboratives réduisent les inefficacités liées à la coordination des parties prenantes**

Les approches collaboratives, notamment l'Integrated Project Delivery (IPD), se révèlent essentielles pour améliorer la coordination entre les parties prenantes et réduire les inefficacités organisationnelles. Boukef et al. (2019) soulignent que ces approches favorisent un partage explicite des risques et bénéfices, ce qui diminue les conflits et améliore la transparence dans les projets. De plus, les plateformes numériques collaboratives, comme celles utilisées dans les grands projets de construction, offrent une traçabilité des décisions et facilitent une communication rapide entre les parties prenantes.

Cependant, la mise en œuvre de ces pratiques nécessite un engagement préalable des parties et une culture organisationnelle axée sur la collaboration, ce qui n'est pas toujours acquis.

#### **Analyse des données pour l'Hypothèse 4 : Les méthodologies hybrides augmentent la flexibilité dans l'ajustement des délais**

L'analyse montre que les méthodologies hybrides, combinant des approches prédictives et agiles, offrent un équilibre entre planification rigoureuse et adaptabilité. L'étude de Guimarães et al. (2022) illustre que ces méthodologies permettent de mieux gérer les imps tout en respectant les échéances globales. Par exemple, les cycles courts d'itération offrent une capacité d'ajustement rapide pour les phases complexes, ce qui minimise les perturbations causées par des changements imps. Cependant, les données révèlent également que l'adoption de ces méthodologies peut entraîner une courbe d'apprentissage pour les équipes habituées à des approches plus traditionnelles.

#### **Analyse des données pour l'Hypothèse 5 : La gestion proactive des ressources humaines et matérielles réduit les interruptions**

Les résultats confirment que la gestion proactive des ressources humaines et matérielles est un facteur clé dans la réduction des interruptions de projet. Ghomri et al. (2020) mettent en avant l'importance d'une planification rigoureuse des ressources dès les premières phases du projet. La formation continue et la montée en compétences des équipes sont également identifiées comme des leviers importants pour améliorer leur réactivité face aux imps. Toutefois, certains rapports soulignent que des contraintes budgétaires et des pénuries de ressources peuvent limiter l'efficacité de ces pratiques.

Dans l'ensemble, les données secondaires analysées valident les hypothèses formulées tout en mettant en évidence des défis pratiques. La gestion proactive des risques, l'adoption de technologies avancées, les approches collaboratives, et les méthodologies hybrides apparaissent comme des stratégies complémentaires pour améliorer les performances des projets de construction. Cependant, leur mise en œuvre nécessite un alignement organisationnel, des ressources suffisantes, et un engagement des parties prenantes pour maximiser leur efficacité. Ces résultats serviront de base pour élaborer des recommandations pratiques dans les sections suivantes.

#### **4.2.1 Analyse thématique des données issues de la littérature et des rapports**

##### **Thème 1 : Identification proactive des risques**

L'identification proactive des risques se distingue comme une étape essentielle pour garantir la réussite des projets de construction. La littérature, comme celle de Diab et al. (2021), met en évidence que les outils tels que les matrices de priorisation et les méthodologies d'analyse qualitative et quantitative permettent de cartographier efficacement les risques dès les premières phases des projets. Par exemple, dans les projets complexes où les interdépendances entre les tâches sont multiples, des approches systématiques comme les "What-If Analysis" ou les "*Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*" offrent une vision détaillée des scénarios potentiels, permettant ainsi de limiter les impacts coûteux.

Les rapports sectoriels insistent également sur l'importance d'une mise à jour régulière des registres de risques. Cela inclut des audits périodiques pour capturer les nouvelles menaces émergentes tout au long du cycle de vie du projet. Une telle réévaluation continue est particulièrement utile dans les environnements dynamiques, où les facteurs externes comme les réglementations, la météo, ou les contraintes de marché peuvent rapidement modifier les paramètres initiaux. Cependant, malgré ses avantages évidents, l'identification proactive des risques est souvent freinée par un manque de temps, de ressources, ou de compétence spécialisée au sein des équipes.

##### **Thème 2 : Adoption des technologies numériques**

La numérisation du secteur de la construction a ouvert de nouvelles possibilités pour la gestion des risques. L'introduction du Building Information Modeling (BIM) permet non seulement de détecter les conflits potentiels dans la conception, mais aussi de visualiser en temps réel l'impact des risques identifiés sur les délais et les coûts. Selon Neveu et al. (2022), les projets intégrant le BIM affichent une réduction de 30 % des retards liés aux erreurs de conception et aux malentendus entre disciplines.

Par ailleurs, les logiciels avancés comme Monte Carlo offrent une capacité unique à simuler différents scénarios de gestion des risques en quantifiant leurs impacts probables. Ces outils permettent une prise de décision fondée sur des données, ce qui améliore la résilience des projets face aux aléas. Cependant, l'analyse révèle également que l'implémentation de ces technologies est confrontée à des défis comme le coût initial

élevé, les besoins en formation, et la résistance culturelle à l'adoption de nouveaux outils numériques, en particulier dans les petites et moyennes entreprises (PME).

### **Thème 3 : Collaboration entre les parties prenantes**

La collaboration entre les parties prenantes est un facteur clé pour minimiser les inefficacités organisationnelles et améliorer la gestion des risques. Les approches comme l'Integrated Project Delivery (IPD), mises en lumière par Boukef et al. (2019), permettent une répartition claire des responsabilités et des bénéfices, encourageant ainsi une coopération proactive. Ces approches favorisent également la création d'un environnement de confiance où les problèmes peuvent être abordés rapidement, évitant ainsi les conflits majeurs.

Les plateformes numériques collaboratives renforcent ces efforts en offrant une traçabilité complète des décisions et une visibilité partagée des progrès. Par exemple, des outils comme Procore ou PlanGrid permettent de centraliser les documents, d'assurer une communication fluide, et d'améliorer la coordination entre les maîtres d'ouvrage, les entrepreneurs, et les sous-traitants. Malgré ces avantages, la mise en œuvre des approches collaboratives reste un défi lorsque les intérêts divergents des parties prenantes ou les limites culturelles freinent leur adoption.

### **Thème 4 : Flexibilité grâce aux méthodologies hybrides**

Les méthodologies hybrides combinent la rigueur des approches prédictives avec la flexibilité des méthodologies agiles, répondant ainsi aux besoins spécifiques des projets de construction. Guimarães et al. (2022) démontrent que ces approches permettent de s'adapter rapidement aux changements tout en maintenant une discipline organisationnelle. Par exemple, la planification prédictive assure une base solide pour les tâches critiques, tandis que des cycles courts d'itération, caractéristiques des approches agiles, permettent de réévaluer les priorités à chaque étape.

L'analyse des cas étudiés révèle que ces méthodologies sont particulièrement efficaces dans des projets où les conditions environnementales et les exigences des parties prenantes évoluent fréquemment. Cependant, leur mise en œuvre réussie exige une culture organisationnelle ouverte au changement, des compétences spécifiques en gestion agile, et des efforts pour aligner les équipes sur une approche commune.

## **Thème 5 : Gestion des ressources humaines et matérielles**

La gestion proactive des ressources humaines et matérielles sont nécessaires dans la réduction des interruptions et la maximisation des performances des projets. Les travaux de Ghomri et al. (2020) montrent que la planification rigoureuse des besoins en matériaux et en main-d'œuvre, associée à une anticipation des contraintes d'approvisionnement, est essentielle pour éviter les goulots d'étranglement. Cette pratique s'appuie sur des outils numériques comme les systèmes de gestion des ressources (ERP), qui permettent un suivi en temps réel des stocks et des flux logistiques.

En ce qui concerne les ressources humaines, la formation continue et la montée en compétences des équipes sont des facteurs critiques pour améliorer leur capacité à gérer les imprévus. Les projets qui investissent dans des programmes de développement des compétences enregistrent une amélioration notable de la productivité et une réduction des erreurs sur le terrain. Cependant, les rapports signalent que ces initiatives sont parfois limitées par des contraintes budgétaires ou un manque de soutien institutionnel.

Chaque thème analysé met en évidence des leviers critiques pour une gestion efficace des risques dans l'industrie de la construction. Cependant, leur succès repose sur une combinaison d'éléments techniques, organisationnels, et humains. Les données soulignent que l'intégration de ces pratiques doit être soutenue par une stratégie globale, un leadership fort, et une allocation adéquate des ressources. Ces constats renforcent l'importance de recommandations concrètes pour une mise en œuvre harmonieuse, à explorer dans les sections suivantes.

### **4.2.2 Synthèse des résultats clés et mise en perspective avec les objectifs de recherche**

#### **a) Synthèse des Résultats Clés**

##### **✓ Identification proactive des risques**

Les données démontrent de manière convaincante que l'identification proactive et systématique des risques constitue un pilier fondamental pour l'optimisation des délais et des coûts dans les projets de construction. En utilisant des outils tels que les matrices de priorisation, les organisations peuvent identifier rapidement les risques les plus critiques et allouer des ressources pour les atténuer avant qu'ils ne deviennent problématiques. Par ailleurs, les scénarios alternatifs, comme les analyses de type "What-If", permettent

d'anticiper les impacts potentiels des risques sur l'ensemble des paramètres du projet, renforçant ainsi la résilience des plans.

Les études montrent que les projets ayant adopté ces pratiques enregistrent une réduction des retards imputables de 20 à 30 %, en particulier dans des environnements complexes. Cette efficacité repose sur une gestion active des registres de risques, où les menaces identifiées sont régulièrement mises à jour en fonction de l'évolution des conditions externes et internes. Cependant, la disponibilité des compétences spécialisées au sein des équipes reste un défi. L'absence de personnel formé pour utiliser ces outils ou pour interpréter correctement les données issues des analyses limite parfois l'impact de ces approches, soulignant la nécessité d'investir davantage dans le développement des capacités des équipes.

### **✓ Adoption des technologies numériques**

L'intégration de technologies numériques telles que le Building Information Modeling (BIM) et les logiciels de simulation comme Primavera ou Monte Carlo est identifiée comme un catalyseur majeur pour la gestion des risques. Ces outils offrent des avantages distincts, notamment la capacité de visualiser les projets en trois dimensions, d'identifier les conflits techniques en amont et de simuler divers scénarios de risque. Par exemple, le BIM permet de détecter des incompatibilités dans la conception avant le début des travaux, évitant ainsi des retards et des coûts supplémentaires.

Les logiciels comme Monte Carlo vont encore plus loin en permettant des analyses probabilistes des risques, ce qui aide les gestionnaires de projet à évaluer les impacts potentiels des risques sur les délais et les budgets avec un degré élevé de précision. Cependant, malgré leur efficacité avérée, ces technologies présentent des limites. Les coûts initiaux élevés liés à l'acquisition des licences, au matériel, et à la formation des équipes freinent leur adoption, notamment dans les petites et moyennes entreprises (PME). De plus, l'adoption réussie de ces technologies dépend également de la volonté des organisations de repenser leurs processus internes pour intégrer ces outils dans leurs pratiques quotidiennes.

### **✓ Collaboration entre les parties prenantes**



Les approches collaboratives, telles que l'Integrated Project Delivery (IPD), se révèlent essentielles pour améliorer la coordination entre les différentes parties prenantes impliquées dans les projets de construction. Ces approches encouragent un partage explicite des risques et des bénéfices, créant un environnement propice à une gestion collective et proactive des problèmes. Les plateformes numériques collaboratives renforcent ces dynamiques en centralisant les informations, en augmentant la transparence, et en facilitant une communication rapide et efficace.

Par exemple, des outils comme Procore ou PlanGrid permettent de synchroniser les efforts des architectes, des entrepreneurs, et des sous-traitants, réduisant ainsi les malentendus et les doublons. Cependant, la mise en œuvre de telles approches exige un engagement organisationnel fort. Lorsque les intérêts des parties divergent ou que des conflits préexistants subsistent, il devient difficile d'établir la confiance nécessaire à une collaboration véritablement efficace. Ce point met en lumière le besoin d'une sensibilisation accrue des parties prenantes aux avantages de ces approches et d'un cadre contractuel favorisant une coopération harmonieuse.

### **✓ Flexibilité grâce aux méthodologies hybrides**

Les méthodologies hybrides combinent la rigueur des approches prédictives avec la flexibilité des méthodologies agiles, ce qui les rend particulièrement adaptées aux projets de construction complexes et dynamiques. Ces méthodologies permettent de planifier les phases critiques de manière structurée tout en maintenant une adaptabilité pour répondre rapidement aux imprévus. Par exemple, les cycles courts d'itération, caractéristiques des approches agiles, facilitent des ajustements fréquents et ciblés, minimisant ainsi les perturbations.

Les études montrent que ces méthodologies augmentent la capacité des équipes à s'adapter à des environnements changeants, comme des modifications soudaines dans la conception ou des retards dans l'approvisionnement des matériaux. Cependant, leur adoption implique des défis importants, notamment en termes de formation et de transformation organisationnelle. Les équipes habituées à des méthodes de gestion traditionnelles peuvent résister à l'idée d'adopter des pratiques plus flexibles, nécessitant ainsi un accompagnement pour assurer une transition efficace.

### ✓ **Gestion proactive des ressources humaines et matérielles**

La gestion proactive des ressources humaines et matérielles est un élément clé pour limiter les interruptions et garantir une exécution fluide des projets de construction. La planification rigoureuse des besoins en matériaux et en main-d'œuvre, associée à l'utilisation d'outils de gestion des ressources tels que les ERP (Enterprise Resource Planning), permet de suivre en temps réel les stocks, les commandes, et les flux logistiques. Cette capacité de suivi réduit les risques liés à des pénuries ou des retards dans l'approvisionnement.

En ce qui concerne les ressources humaines, les entreprises qui investissent dans la formation continue et la montée en compétences de leurs équipes constatent une amélioration notable de leur capacité à gérer les imprévus. Ces initiatives renforcent la réactivité des équipes et réduisent les erreurs opérationnelles. Cependant, des défis subsistent, notamment les contraintes budgétaires qui limitent les investissements dans la formation ou les difficultés à recruter des talents qualifiés dans un marché du travail parfois tendu. Ces observations soulignent l'importance d'une planification proactive et d'une gestion stratégique des ressources pour surmonter ces obstacles.

### **b) Mise en Perspective avec les Objectifs de Recherche**

Les résultats obtenus dans cette étude répondent clairement aux objectifs initiaux, en apportant des réponses contextuelles et détaillées aux hypothèses formulées. En analysant les données secondaires, cette recherche a permis de mettre en lumière des pratiques, des outils, et des méthodologies directement liés à l'optimisation des performances des projets de construction. Voici une analyse des liens entre les résultats et les objectifs de recherche.

### ✓ **Lien avec l'objectif d'optimisation des délais et des coûts**

Les résultats montrent que la gestion proactive des risques, combinée à l'adoption de technologies numériques comme le BIM et les logiciels de simulation, joue un rôle décisif dans l'optimisation des délais et des coûts des projets. Ces pratiques permettent de détecter, d'évaluer, et de gérer efficacement les risques avant qu'ils ne deviennent critiques, réduisant ainsi les perturbations et les surcoûts associés.

Les méthodologies hybrides, quant à elles, apportent une flexibilité opérationnelle qui aide les équipes à s'adapter rapidement aux imprévus, minimisant ainsi les pertes de temps. Par exemple, les cycles courts d'itération permettent de réévaluer les priorités à chaque étape du projet, ce qui réduit les retards cumulés. Toutefois, l'étude a également mis en évidence certaines limites, notamment les coûts initiaux d'acquisition et de mise en œuvre des technologies. Ces barrières financières représentent un défi important pour les petites et moyennes entreprises (PME) du secteur, soulignant la nécessité de stratégies d'accompagnement ou de financements ciblés.

### ✓ **Exploitation des tendances actuelles**

Cette recherche a capturé les tendances modernes qui façonnent l'industrie de la construction. L'intégration des outils numériques comme le BIM, l'utilisation croissante des méthodologies hybrides, et la mise en œuvre d'approches collaboratives telles que l'Integrated Project Delivery (IPD) sont des réponses directes aux défis croissants de complexité organisationnelle et de contraintes environnementales.

Ces tendances reflètent une transition structurelle vers une approche plus intégrée et technologique de la gestion des projets. Elles permettent de mieux gérer les interdépendances complexes entre les parties prenantes et de répondre efficacement aux exigences des clients et des régulateurs. Par exemple, le recours aux plateformes numériques collaboratives, combiné à des approches contractuelles novatrices, offre des solutions adaptées pour minimiser les conflits et maximiser la transparence.

### ✓ **Amélioration des pratiques de gestion des risques**

Les résultats fournissent une base solide pour améliorer les pratiques de gestion des risques dans le secteur de la construction. Les conclusions montrent que l'identification proactive des risques, l'intégration des outils technologiques, et la collaboration structurée entre les parties prenantes peuvent être considérées comme des piliers pour renforcer la résilience organisationnelle.

En intégrant ces pratiques, les organisations peuvent mieux anticiper les menaces et adapter leurs stratégies pour limiter leur impact. Par exemple, les études analysées montrent que les entreprises qui investissent dans la formation continue de leurs équipes et dans la mise en œuvre de technologies avancées constatent une réduction significative

des retards et une amélioration de la qualité des livrables. Ces résultats suggèrent que les entreprises doivent considérer la gestion des risques comme un investissement stratégique plutôt qu'une dépense opérationnelle.

### ✓ Identification des défis et des opportunités

Cette recherche met également en lumière des défis persistants qui limitent l'efficacité des pratiques de gestion des risques. Parmi les principaux défis identifiés figurent :

- **Les barrières financières**, liées aux coûts élevés des technologies et aux investissements nécessaires en formation.
- **La résistance au changement**, notamment dans les organisations où les méthodologies traditionnelles sont profondément enracinées.
- **La rareté des compétences spécialisées**, qui freine l'adoption des pratiques avancées dans certaines entreprises.

Cependant, ces défis s'accompagnent d'opportunités significatives. Les évolutions technologiques et les tendances en faveur de la durabilité offrent un cadre propice pour réinventer les pratiques de gestion des risques. Par exemple, le développement de solutions technologiques plus abordables et de programmes de financement spécifiques peut permettre à un plus grand nombre d'entreprises d'adopter des outils modernes.

Les résultats de cette recherche confirment que la gestion des risques dans l'industrie de la construction est un processus multidimensionnel. Elle repose sur une combinaison équilibrée de pratiques proactives, de technologies avancées, et d'approches collaboratives. Ces éléments, lorsqu'ils sont intégrés de manière stratégique, offrent des avantages significatifs pour l'optimisation des délais, la réduction des coûts, et l'amélioration de la performance globale des projets.

En alignant ces résultats avec les objectifs de recherche, cette étude contribue de manière significative à la compréhension des facteurs critiques influençant la gestion des risques dans le secteur de la construction. Elle ouvre également des perspectives pour des recommandations concrètes, en proposant des actions spécifiques pour surmonter les défis identifiés et capitaliser sur les opportunités émergentes. Les conclusions serviront

de base pour élaborer des stratégies pratiques, adaptées aux besoins des organisations évoluant dans un environnement complexe et en constante mutation.

## **CONCLUSION DU CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

Les résultats de cette étude confirment que la gestion des risques dans l'industrie de la construction est un processus complexe et multidimensionnel, impliquant des outils pratiques proactives, des technologies avancées et des approches collaboratives. L'analyse des données secondaires a permis de valider les hypothèses formulées en montrant comment des éléments tels que l'identification proactive des risques, l'adoption des technologies numériques, et la gestion proactive des ressources contribuent directement à l'optimisation des délais et des coûts.

Cependant, les résultats mettent également en lumière des défis persistants, notamment les coûts élevés des technologies, la rareté des compétences spécialisées, et la résistance organisationnelle au changement. Ces limites offrent des opportunités pour développer des stratégies plus inclusives et accessibles, en particulier pour les petites et moyennes entreprises.

En perspective, cette étude contribue de manière significative à la compréhension des pratiques de gestion des risques, tout en offrant une base solide pour des recommandations concrètes. Ces résultats soulignent l'importance de l'innovation, de la collaboration et d'une gestion proactive pour améliorer les performances des projets de construction dans un environnement de plus en plus complexe et incertain. La discussion de ces résultats constitue une passerelle essentielle vers l'élaboration de propositions visant à renforcer la résilience et l'efficacité du secteur.

## **Conclusion Générale**

Ce mémoire a exploré de manière approfondie les pratiques, les défis, et les opportunités liés à la gestion des risques dans l'industrie de la construction. En partant de l'importance stratégique de ce secteur pour le développement économique et social, il a mis en évidence les multiples facteurs qui influencent la performance des projets de construction, notamment les risques techniques, financiers, environnementaux, et organisationnels. L'analyse a été structurée autour d'un cadre théorique multidimensionnel, intégrant des approches classiques et innovantes issues de diverses disciplines, telles que la théorie des risques, la théorie des contingences, la théorie des options réelles, les méthodologies hybrides, et la théorie des parties prenantes.

Les résultats obtenus montrent clairement que la gestion proactive et intégrée des risques est essentielle pour optimiser les délais et les coûts tout en améliorant la qualité et la résilience des projets. Les méthodologies modernes, telles que le Building Information Modeling (BIM), les approches collaboratives, et les pratiques agiles, apparaissent comme des leviers majeurs pour réduire les inefficacités organisationnelles et répondre aux défis. Cependant, leur efficacité dépend de l'adoption d'une approche contextualisée, adaptée aux particularités de chaque projet, comme le préconise la théorie des contingences. Cette flexibilité est indispensable pour naviguer dans les environnements dynamiques et incertains qui caractérisent le secteur de la construction.

L'analyse a également révélé que les nouvelles technologies et les méthodologies hybrides offrent des solutions prometteuses pour répondre aux complexités croissantes des projets de construction. Elles permettent d'intégrer des phases de planification rigoureuses avec des approches itératives et adaptatives, renforçant ainsi la capacité des équipes à anticiper et à gérer les aléas. Cependant, la mise en œuvre de ces outils et pratiques reste entravée par des défis importants, notamment le coût initial, la résistance au changement, et le besoin de compétences spécifiques.

Un autre point clé souligné par ce mémoire est le rôle central des parties prenantes dans la gestion des risques. Les projets de construction impliquent une multitude d'acteurs, chacun ayant des attentes et des priorités spécifiques. La théorie des parties prenantes a permis de démontrer que la coordination efficace de ces acteurs, soutenue par des

plateformes collaboratives et des structures de gouvernance claires, est essentielle pour minimiser les conflits et garantir la cohérence des décisions. Ce constat met en évidence la nécessité d'une approche inclusive et participative pour surmonter les défis liés aux interactions complexes entre les parties prenantes.

Malgré les progrès réalisés dans la gestion des risques, des défis persistants subsistent. Les risques environnementaux, les contraintes réglementaires, et les incertitudes liées aux évolutions technologiques émergentes constituent des enjeux majeurs qui nécessitent une attention continue. De plus, l'intégration des pratiques de gestion des risques dans des contextes culturels et géographiques variés demeure une problématique critique pour les entreprises opérant à l'échelle internationale.

En conclusion, ce mémoire apporte une contribution significative à la compréhension et à l'amélioration des pratiques de gestion des risques dans l'industrie de la construction. Les résultats de cette recherche offrent non seulement une base théorique solide, mais également des recommandations pratiques pour aider les organisations à mieux anticiper et gérer les risques, tout en optimisant la performance globale des projets. Ce mémoire apporte également une contribution personnelle en proposant une grille d'analyse intégrant l'intelligence artificielle comme outil complémentaire aux méthodes prédictives et agiles, offrant ainsi une nouvelle approche hybride et contextualisée pour la gestion proactive des risques dans les projets complexes. Cette contribution s'appuie sur une analyse critique de la littérature, l'identification de lacunes théoriques, ainsi que la structuration d'un cadre d'analyse innovant adapté aux spécificités du secteur de la construction. Ces recommandations visent à encourager l'adoption de méthodologies intégrées, la mobilisation de technologies avancées, et la mise en place de structures collaboratives efficaces. L'avenir de la gestion des risques dans la construction dépendra de la capacité des acteurs à innover, à s'adapter, et à collaborer pour relever les défis croissants de ce secteur en constante évolution.



## Annexe

### Annexe 1

**"Identification des risques pour les projets de construction : e des pratiques"** par M. Diab et al. Ce document examine les méthodes d'identification des risques spécifiques aux projets de construction, offrant une perspective approfondie sur les pratiques courantes et les défis associés. <https://hal.science/hal-03391307/document?utm>

### Annexe 2

**"Gestion intégrée des risques dans les projets de construction"** par S. Ghomri et al. Cet article propose une approche intégrée pour la gestion des risques, en représentant non seulement les risques, mais aussi le projet, ses composantes et son environnement. <https://hal.science/hal-01167708/document?utm>

### Annexe 3

**"Analyse des risques dans les projets de construction : une e systématique"** par L. Guimarães et al. Ce rapport présente une analyse des risques inhérents aux projets de construction et propose des recommandations pour une gestion efficace. <https://circular.chaire.ulaval.ca/wp-content/uploads/2022/05/rapport-ici-analyse-des-risques-luciana-guimaraes.pdf?utm>

### Annexe 4

**"Le management des risques appliqué au management des projets et de portefeuille de projets en recherche et développement"** par A. Boukef et al. Cet article explore la mise en place d'une démarche de management des risques dans un contexte de projets à rentabilité contrôlée, fournissant des indicateurs pertinents pour une meilleure connaissance de la situation du projet. <https://hal.science/hal-01785538/file/Le-management-des-risques-applique-au-management-des-projets-et-de-portefeuille-de-projets-en-recherche-et-developpement.pdf?utm>

### Annexe 5

**"BIM et conception intégrée - Interopérabilité et optimisation de la performance énergétique"** par P. Neveu et al. Cet article aborde les enjeux liés à l'utilisation du BIM pour une conception intégrée de bâtiments performants en termes d'environnement et

d'énergie. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/construction-et-travaux-publics-th3/construction-numerique-42662210/bim-et-conception-integree-c3206/?utm>

## Bibliographie

Akintoye, A. S., & MacLeod, M. J. (1997). Risk analysis and management in construction. *International Journal of Project Management*, 15(1), 31-38.

Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(1), 1-13.

Bunni, N. G. (2003). *The contract and risk management in construction projects*. Blackwell Publishing.

Bunni, N. G. (2003). *Risk and insurance in construction*. Routledge.

Battandier, A. (2009, 30 juin). *Management de projets, Management d'équipes*. Récupéré sur <http://alain.battandier.free.fr/spip.php?article12>

Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., & Thomas, D. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. Récupéré sur <https://agilemanifesto.org>

Bunni, N. G. (2003). *Risk and insurance in construction*. Routledge.

Carr, V., & Tah, J. H. M. (2001). A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: Construction project risk management system. *Advances in Engineering Software*, 32(10-11), 847-857.

Chapman, C., & Ward, S. (2003). *Project risk management: Processes, techniques and insights*. Wiley.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. John Wiley & Sons.

Editorial Team. (2024, septembre 27). *Plan de gestion des risques de construction*. BibLus. Récupéré sur <https://biblus.accasoftware.com/fr/plan-de-gestion-des-risques-lies-a-la-construction/>

Emma. (2021, 4 mai). *La gestion de projet hybride, un mix entre approche agile et prédictive*. Bubbleplan. Récupéré sur <https://bubbleplan.net/blog/gestion-de-projet-hybride/>

Expert-Comptable en ligne. *Calcul de la valeur actuelle nette (VAN) : Définition, utilité*. Récupéré sur <https://www.l-expert-comptable.com/a/6272-calcul-de-la-valeur-actuelle-nette-van-definition-utilite.html>

Flanagan, R., & Norman, G. (1993). Risk management and construction. *Construction Management and Economics*, 11(1), 55-68.

Goh, Y. M., & Loosemore, M. (2017). Risk management in construction projects: Challenges and opportunities. *International Journal of Project Management*, 35(5), 891-903.

Raoul, A. (2018). *Les standards mondiaux du management de projet évoluent en intégrant l'hybridation.* Cegos.  
<https://www.cegos.fr/ressources/mag/projet/agilite/management-de-projet-en-mode-hybride>

Loosemore, M., Raftery, J., Reilly, C., & Higgon, D. (2006). *Risk management in projects.* Taylor & Francis.

McKinsey & Company. (2020). *Reimagining construction: A pathway to higher productivity.* McKinsey & Company.

Project Management Institute. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide).* Project Management Institute.

Project Management Institute. (2020). *Pulse of the Profession: A global view of the state of the project management industry.* Project Management Institute.

Shen, L., Wu, Y., & Zhang, X. (2010). Key factors to the success of construction projects in China. *International Journal of Project Management*, 28(1), 75-83.

Smith, N. J., Merna, T., & Jobling, P. (2009). *Managing risk in construction projects.* Blackwell Publishing.

Smith, J. (2020). Risk management strategies in construction projects: A comparative study of predictive and agile approaches. *International Journal of Project Management*, 38(5), 850-863.

Zou, P. X. W., Zhang, G., & Wang, J. (2007). Understanding the key risks in construction projects in China. *International Journal of Project Management*, 25(6), 601-614.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Tamošaitienė, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(1), 33-46.

Chapman, C. et Ward, S. (2003). *Gestion des risques de projet : processus, techniques et perspectives* . Wiley.

Loosemore, M., Raftery, J., Reilly, C. et Higgon, D. (2006). *Gestion des risques dans les projets* . T

Donaldson, L. (2001). *La théorie de la contingence des organisations* .

Turner, JR, & Müller, R. (2003). « Sur la nature du projet en tant qu'organisation temporaire. » *e internationale de gestion de projet* ,

Walker, DHT (2015). *Gestion de projet efficace dans le secteur de la construction* .

Trigeorgis, L. (1996). *Options réelles : flexibilité managériale et stratégie dans l'allocation des ressources* . MIT Press.

Amram, M. et Kulatilaka, N. (1999). *Options réelles : gérer les investissements stratégiques dans un monde incertain* . Harvard Business School

Copeland, T., et Antikarov, V. (2001). *Options réelles : Guide du praticien* . Texere.

Dixit, AK et Pindyck, RS (1994). *Investissement en situation d'incertitude* . Université de Princeton

Wysocki, RK (2014). *Gestion de projet efficace : traditionnelle, agile, extrême* . Wiley.

Highsmith, J. (2010). *Gestion de projet agile : création de produits innovants* . Addison-Wesley.

Freeman, RE (1984). *Gestion stratégique : une approche partenariale* . Pitman.

Bourne, L., & Walker, DHT (2006). « Visualisation et cartographie de l'influence des parties prenantes. » *Management Decision* , 44(3), 649-660.

Winch, GM (2004). « Gestion des parties prenantes du projet ». *Construction Management and Economics* , 22(6), 651-662.