الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure de Management
Koléa

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة الوطنية العليا للمناجمنت
القليعة

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention d'un Master en « Entrepreneuriat et Management de Projet »

Contribution à l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics

Cas du projet M54 d'extension du métro d'Alger au sein de COSIDER Travaux Publics

Elaboré par
Abdessalam BOUCHBOUT
Mohamed Abderahmane BOUZID

Encadré par
Prof./Dr. Mohamed CHOHRA.

Année Universitaire 2025 / 2026

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah, le Tout-Puissant, de nous avoir donné la volonté, la patience et la force nécessaires pour mener à bien ce travail de recherche.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadrant pédagogique, Dr. Mohamed CHOHRA, pour son accompagnement, ses orientations, ses conseils précieux et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire. Son suivi nous a permis de structurer notre réflexion et d'améliorer progressivement la qualité de notre travail.

Nous adressons également nos remerciements à l'ensemble du corps enseignant et administratif de l'École Nationale Supérieure de Management, pour la qualité de la formation reçue durant notre parcours universitaire.

Nos remerciements vont aussi à COSIDER Travaux Publics, et plus particulièrement à l'équipe du projet M54 d'extension du métro d'Alger, pour l'accueil qui nous a été réservé durant notre stage et pour leur collaboration dans la réalisation de cette recherche.

Nous remercions spécialement M. BABACI Abdelwahab, responsable management quali-té, pour son encadrement, sa disponibilité, ses explications et son aide précieuse dans la compréhension du projet, de son organisation et de ses contraintes.

Nous remercions également l'ensemble des responsables qui ont accepté de répondre à nos entretiens et questionnaires, notamment les responsables du planning, de la direction technique, des études, du HSE, de la qualité, de l'approvisionnement, de la sous-traitance, de la finance et de la comptabilité. Leurs réponses, leurs expériences et leurs observations ont constitué une base essentielle pour l'analyse menée dans ce mémoire.

Nous exprimons aussi notre gratitude aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer ce travail.

Enfin, nous adressons nos plus profonds remerciements à nos familles, pour leur soutien moral, leur patience, leurs encouragements et leur présence tout au long de notre parcours universitaire. Nous remercions également nos amis et toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Merci à toutes et à tous.

Résumé

La planification des projets de travaux publics constitue un élément central du management de projet, car elle permet d'organiser les activités, de coordonner les intervenants et de maîtriser les objectifs de délai, de coût et de qualité. Cependant, dans la réalité du terrain, les projets d'infrastructures sont souvent exposés à de nombreuses incertitudes pouvant perturber l'exécution prévue des travaux. Ces risques peuvent être liés aux études, aux réseaux existants, aux contraintes géotechniques, aux autorisations administratives, aux approvisionnements, aux sous-traitants, à la qualité, à la sécurité ou encore aux parties prenantes externes.

Ce mémoire porte sur la contribution à l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics. Il s'appuie sur le cas du projet M54 d'extension du métro d'Alger, réalisé par COSIDER Travaux Publics pour le compte de l'Entreprise Métro d'Alger. L'objectif principal de cette recherche est d'analyser dans quelle mesure la prise en compte structurée des risques peut améliorer la fiabilité de la planification et renforcer la maîtrise des délais, des coûts et de la qualité.

La démarche méthodologique retenue est qualitative. Elle repose sur une recherche documentaire, l'analyse de documents internes du projet, l'exploitation d'une AMDEC et la réalisation d'entretiens semi-directifs auprès de responsables intervenant dans les fonctions de planification, études, direction technique, HSE, qualité, approvisionnement, sous-traitance, finance et comptabilité.

Les résultats montrent que le projet M54 est exposé à plusieurs risques majeurs, notamment les retards d'études, les réseaux non répertoriés, les contraintes géotechniques, les retards des rapports CTC, les difficultés d'approvisionnement, la défaillance de certains sous-traitants, les contraintes sociales et les non-conformités. Ces risques ont des impacts directs et indirects sur les délais, les coûts et la qualité.

Enfin, le mémoire propose des recommandations managériales et opérationnelles visant à relier les risques au planning, renforcer les jalons de validation, améliorer la coordination entre les services, capitaliser le retour d'expérience et intégrer progressivement des outils numériques d'aide au pilotage.

Mots-clés : Management de projet ; gestion des risques ; planification ; travaux publics ; délais ; coûts ; qualité ; AMDEC ; projet M54 ; métro d'Alger

ملخص

تُعدّ عملية التخطيط في مشاريع الأشغال العمومية عنصراً أساسياً في إدارة المشاريع، لأنها تسمح بتنظيم الأنشطة، وتنسيق تدخل مختلف الأطراف، والتحكم في أهداف الآجال والتكاليف والجودة. غير أن الواقع الميداني يُظهر أن مشاريع البنية التحتية غالباً ما تكون معرضة لعدة مخاطر وشكوك قد تؤثر على سير الأشغال وفق ما هو مخطط له. وقد تكون هذه المخاطر مرتبطة بالدراسات، أو الشبكات الموجودة تحت الأرض، أو المعطيات الجيوتقنية، أو التراخيص الإدارية، أو التموين، أو المناولة، أو الجودة، أو السلامة، أو الأطراف الخارجية.

يتناول هذا البحث موضوع المساهمة في إدماج مقاربة لتسيير المخاطر في تخطيط مشاريع الأشغال العمومية، وذلك من خلال دراسة حالة مشروع M54 الخاص بتمديد مترو الجزائر، المنجز من طرف مؤسسة كوسيدار للأشغال العمومية لفائدة مؤسسة مترو الجزائر. ويهدف هذا العمل إلى تحليل مدى مساهمة أخذ المخاطر بعين الاعتبار بطريقة منظمة في تحسين موثوقية التخطيط وتعزيز التحكم في الآجال والتكاليف والجودة.

اعتمدت هذه الدراسة على منهجية نوعية، تمثلت في البحث الوثائقي، وتحليل الوثائق الداخلية الخاصة بالمشروع، واستغلال جدول تحليل المخاطرAMDEC ، بالإضافة إلى إجراء مقابلات نصف موجهة مع عدد من المسؤولين المعنيين بالتخطيط، والدراسات، والتقنية، والصحة والسلامة والبيئة، والجودة، والتموين، والمناولة، والمالية والمحاسبة.

أظهرت نتائج الدراسة أن مشروع M54 يواجه عدة مخاطر رئيسية، من بينها تأخر الدراسات، وجود شبكات غير محددة بدقة، القيود الجيوتقنية، تأخر تقاريرCTC ، صعوبات التموين، ضعف أداء بعض المناولين، العراقيل الاجتماعية، وعدم المطابقة في الجودة. وتؤثر هذه المخاطر بشكل مباشر وغير مباشر على الآجال والتكاليف والجودة.

وفي الأخير، تقترح هذه الدراسة مجموعة من التوصيات الإدارية والعملية، مثل ربط المخاطر بالبرنامج الزمني، تعزيز نقاط التحقق والمصادقة، تحسين التنسيق بين المصالح، تثمين الخبرات المكتسبة، والإدماج التدريجي لأدوات رقمية تساعد على تحسين قيادة المشروع.

الكلمات المفتاحية: إدارة المشاريع؛ تسيير المخاطر؛ التخطيط؛ الأشغال العمومية؛ الآجال؛ التكاليف؛ الجودة؛AMDEC ؛ مشروعM54 ؛ مترو الجزائر.

Abstract

Planning is a central component of public works project management, as it allows project teams to organize activities, coordinate stakeholders and control time, cost and quality objectives. However, in real project environments, infrastructure projects are often exposed to many uncertainties that may disrupt the planned execution of works. These risks may be related to studies, existing underground networks, geotechnical constraints, administrative authorizations, procurement, subcontractors, quality, safety or external stakeholders.

This dissertation focuses on the contribution of integrating a risk management approach into the planning of public works projects. It is based on the case of Project M54, an extension of the Algiers metro carried out by COSIDER Travaux Publics for Entreprise Métro d'Alger. The main objective of this research is to analyze how structured risk consideration can improve planning reliability and strengthen the control of time, cost and quality.

The methodological approach adopted is qualitative. It is based on documentary research, analysis of internal project documents, the use of an FMEA risk analysis and semi-structured interviews with project managers and supervisors involved in planning, studies, technical management, HSE, quality, procurement, subcontracting, finance and accounting.

The results show that Project M54 is exposed to several major risks, including study delays, unmapped underground networks, geotechnical constraints, delays in CTC reports, procurement difficulties, subcontractor underperformance, social constraints and non-conformities. These risks have direct and indirect impacts on deadlines, costs and quality.

Finally, this dissertation proposes managerial and operational recommendations aimed at linking risks to the project schedule, strengthening validation milestones, improving coordination between departments, capitalizing on lessons learned and progressively integrating digital tools to support project control.

Keywords : Project management; risk management; planning; public works; deadlines ; costs ; quality ; FMEA ; Project M54 ; Algiers metro

Liste des abréviations et acronymes

Abréviation / Acronyme	Signification
AEP	Alimentation en Eau Potable
AFITEP	Association Francophone de Management de Projet
AFNOR	Association Française de Normalisation
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
APD	Avant-Projet Détaillé
BIM	Building Information Modeling / Modélisation des Informations du Bâtiment
BTPH	Bâtiment, Travaux Publics et Hydraulique
COSIDER TP	COSIDER Travaux Publics
CPM	Critical Path Method / Méthode du chemin critique
CTC	Organisme National de Contrôle Technique de la Construction
DA	Dinar Algérien
EMA	Entreprise Métro d'Alger
ENSM	École Nationale Supérieure de Management
HSE	Hygiène, Sécurité et Environnement
IA	Intelligence Artificielle
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
LCTP	Laboratoire Central des Travaux Publics
M54	Code du projet d'extension du métro d'Alger étudié
P6	Primavera P6
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PFE	Projet de Fin d'Études
PMI	Project Management Institute
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PV7	Puits de Ventilation n°7
PV8	Puits de Ventilation n°8
QGIS	Quantum Geographic Information System
QQOQCCP	Qui? Quoi? Où? Quand? Comment? Combien? Pourquoi?
RB	Risque Brut

Suite à la page suivante

Abréviation / Acronyme	Signification
REX	Retour d'Expérience
SIG	Système d'Information Géographique
TTC	Toutes Taxes Comprises
WBS	Work Breakdown Structure / Structure de Découpage du Projet

Table des matières

Remerciements . . . . . **i**
Résumé . . . . . **ii**
Liste des abréviations et acronymes . . . . . **v**
Liste des tableaux . . . . . **xi**
Liste des figures . . . . . **xii**
INTRODUCTION GÉNÉRALE **1**
CHAPITRE I : PROBLÉMATIQUE ET CADRE MÉTHODOLOGIQUE **6**
Introduction du chapitre I **7**
1 Problématique de la recherche **7**
1.1 Contexte de la recherche 7
1.2 Constat de départ et justification scientifique 8
1.3 Objectifs de la recherche 9
1.4 Pertinence de la recherche 10
1.5 Questions de recherche 10
2 Contexte organisationnel et terrain de recherche **11**
2.1 Présentation de l'organisme d'accueil 11
2.2 Présentation générale du projet M54 12
2.3 Présentation du terrain de recherche 14
2.4 Choix du thème 15
3 Cadre méthodologique de la recherche **15**
3.1 Approche méthodologique 15
3.2 Population de l'étude 16
3.3 Procédure de collecte des données 17
3.3.1 Recherche documentaire 17
3.3.2 Analyse des documents internes du projet 17
3.3.3 Consultation de ressources électroniques spécialisées 17
3.3.4 Entretiens semi-directifs 17
3.3.5 Déroulement des entretiens 18
3.3.6 Méthode QQOQCCP 18
3.4 Difficultés et limites méthodologiques 18
Conclusion du chapitre I **19**
CHAPITRE II : REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE CONCEPTUEL . . **20**
Introduction du chapitre II **21**
1 Revue de littérature **21**

1.1 Les années 1950 et 1960 : naissance de la planification moderne des projets 22
1.2 Les années 1970 et 1980 : complexification du projet et montée des enjeux d'intégration ... 22
1.3 Les années 1990 : structuration du management de projet et rapprochement entre risques, délais et performance ... 23
1.4 Les années 2000 : du traitement des risques à une logique de management . 23
1.5 Les années 2010 : affirmation d'une approche intégrée du management du risque 24
1.6 Les années 2010 à aujourd'hui : convergence entre échéancier et gestion des risques ... 24
1.7 Vers une intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics ... 25
1.8 Synthèse de la revue de littérature ... 25
2 Cadre conceptuel du management de projet ... 26
2.1 Définition et caractéristiques d'un projet ... 26
2.2 Management de projet ... 27
2.3 Triple contrainte : coût, qualité et délai ... 27
3 Cadre conceptuel de la planification temporelle ... 28
3.1 Définition de la planification ... 28
3.2 Structure de découpage du projet : WBS ... 29
3.3 Diagramme de Gantt ... 29
3.4 Méthode du chemin critique ... 30
3.5 Méthode PERT ... 31
3.6 Marges et flexibilité du planning ... 31
3.7 Outils informatiques de planification et limites d'une approche déterministe 32
4 Cadre conceptuel de la gestion des risques ... 32
4.1 Notion de risque ... 32
4.2 Typologie des risques dans les projets de travaux publics ... 33
4.3 Principes de la norme ISO 31000 ... 33
4.4 Processus de management des risques ... 34
4.5 Gestion des risques et maîtrise des délais ... 34
5 Modèle d'analyse retenu ... 35
5.1 Logique générale du modèle ... 35
5.2 Composantes du modèle d'analyse ... 35
5.3 Application au projet M54 ... 36
Conclusion du chapitre II ... 37
CHAPITRE III : ANALYSE EMPIRIQUE ET RECOMMANDATIONS ... 38

1 Présentation de l'enquête de terrain 39
2 Présentation des répondants 42
3 Démarche d'analyse 46
4 Identification des risques majeurs du projet M54 50
4.1 Les risques liés aux études et à la préparation technique 51
4.2 Les risques liés aux réseaux existants et aux ouvrages non répertoriés 52
4.3 Les risques géotechniques et les contraintes du terrain 53
4.4 Les risques liés aux sous-traitants et aux approvisionnements 54
4.5 Les risques administratifs et liés aux parties prenantes externes 55
4.6 Les risques sociaux et environnementaux 56
4.7 Les risques liés à la qualité, aux non-conformités et à la conformité normative 57
4.8 Les risques HSE, humains et organisationnels 58
4.9 Synthèse des risques majeurs identifiés 58
5 Impact des risques sur les délais, coûts et qualité 59
5.1 Impact des risques sur les délais 60
5.2 Impact des risques sur les coûts 62
5.3 Impact des risques sur la qualité 64
5.4 Interdépendance entre délais, coûts et qualité 65
5.5 Lecture à partir de la grille d'évaluation des risques 66
5.6 Synthèse de l'impact des risques 66
6 Analyse comparative selon les responsables interrogés 67
6.1 Lecture du responsable planning : le risque comme facteur d'écart entre le prévu et le réalisé 67
6.2 Lecture de la direction technique : le risque comme fragilité de la préparation technique 68
6.3 Lecture du responsable des études : le risque comme conséquence de données d'entrée insuffisantes 68
6.4 Lecture du responsable HSE : le risque comme condition de continuité de l'exécution 69
6.5 Lecture du responsable qualité / laboratoire : le risque comme menace sur la conformité et la continuité des travaux 70
6.6 Lecture du responsable approvisionnement : le risque comme indisponibilité des ressources nécessaires 70
6.7 Lecture du responsable finance et comptabilité : le risque comme menace contractuelle et économique 71
6.8 Convergences entre les responsables interrogés 71
6.9 Divergences et spécificités selon les fonctions 72

6.10 Synthèse comparative 73
7 Apport de l'intégration de la gestion des risques dans la planification 73
7.1 Une meilleure anticipation des risques avant l'exécution 74
7.2 Une meilleure hiérarchisation des risques dans le planning 75
7.3 Une amélioration de la fiabilité du planning 75
7.4 Une meilleure maîtrise des délais 76
7.5 Une meilleure coordination entre les services 76
7.6 Une meilleure maîtrise des coûts et de la qualité 77
7.7 Une contribution à la replanification du projet 78
7.8 Limites de l'apport attendu 78
7.9 Synthèse de l'apport de l'intégration 79
8 Recommandations managériales et opérationnelles 79
8.1 Mettre en place un planning lié aux risques 80
8.2 Créer une cartographie numérique des réseaux enterrés 80
8.3 Ajouter des jalons de validation avant les activités critiques 81
8.4 Mettre en place un tableau de bord d'alerte précoce 82
8.5 Créer une base de retour d'expérience du projet 82
8.6 Renforcer la gestion des sous-traitants et fournisseurs critiques 83
8.7 Créer une cellule de coordination risques–planning 84
8.8 Mieux gérer les parties prenantes externes et les riverains 84
8.9 Lancer un projet pilote de digitalisation progressive 85
8.10 Tableau de synthèse des recommandations 85
8.11 Synthèse des recommandations 86
CONCLUSION GÉNÉRALE 88
ANNEXES 92
Annexe A : Fiche d'identification du projet 93
Annexe B : Guide d'entretien 94
Annexe C : Rapport des contraintes du projet 95
Références bibliographiques 104

Liste des tableaux

N° de tableau	Titre du tableau	Page
Tableau 01	Fiche synthétique du projet M54	12
Tableau 02	Principales catégories de risques dans les projets de travaux publics	33
Tableau 03	Composantes du modèle d'analyse retenu	36
Tableau 04	Synthèse des répondants de l'enquête	46
Tableau 05	Tableau d'analyse et de management des risques	61
Tableau 06	Synthèse des recommandations proposées	86

Table des figures

N° de figure	Titre de la figure	Page
Figure 01	Présentation visuelle du projet M54	13
Figure 02	Organigramme du projet	13
Figure 03	Illustration de la triple contrainte : coût, qualité et délai	28
Figure 04	Illustration du diagramme de Gantt	30
Figure 05	Illustration de la méthode du chemin critique (CPM)	30
Figure 06	Illustration de la méthode PERT	31
Figure 07	Grilles d'évaluation de la probabilité, de la gravité et du niveau de risque brut	48

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les projets de travaux publics occupent une place essentielle dans le développement des infrastructures et dans l'amélioration des services collectifs. Ils contribuent à la modernisation des territoires, à l'amélioration de la mobilité urbaine et au renforcement des capacités économiques et sociales d'un pays. Toutefois, ces projets se caractérisent généralement par une forte complexité, une durée importante, la mobilisation de ressources considérables, la multiplicité des intervenants et l'existence de nombreuses contraintes techniques, administratives, financières, sociales et environnementales.

Dans ce type de projet, la planification constitue une fonction centrale du management de projet. Elle ne se limite pas à l'élaboration d'un calendrier d'exécution; elle représente un véritable outil de pilotage permettant d'organiser les activités, de coordonner les intervenants, de mobiliser les ressources nécessaires, de suivre l'avancement du projet et de maîtriser les objectifs de délai, de coût et de qualité. Une planification efficace permet donc d'assurer une meilleure cohérence entre les déférentes tâches du projet, les moyens disponibles et les engagements contractuels.

Cependant, dans la réalité du terrain, les projets de travaux publics sont souvent confrontés à des aléas qui peuvent perturber le déroulement prévu des activités. Les contraintes liées aux études, aux réseaux existants, aux conditions géotechniques, aux autorisations administratives, aux approvisionnements, aux sous-traitants, aux non-conformités, à la sécurité ou encore aux réactions des riverains peuvent provoquer des écarts entre la planification initiale et l'exécution réelle. Ces écarts peuvent se traduire par des retards, des surcoûts, des reprises, une désorganisation du chantier ou une dégradation de la qualité attendue.

Cette situation montre que la planification d'un projet ne peut pas être envisagée comme un document figé. Elle doit plutôt être considérée comme un processus dynamique, capable d'intégrer les incertitudes et de s'adapter aux conditions réelles du terrain. Dans cette perspective, la gestion des risques apparaît comme une démarche complémentaire et nécessaire à la planification. Elle permet d'identifier les événements incertains, d'analyser leurs causes, d'évaluer leurs impacts potentiels sur les objectifs du projet et de définir des actions de maîtrise adaptées. Son intégration dans la planification peut ainsi contribuer à rendre le planning plus réaliste, à améliorer la coordination, à limiter les écarts et à renforcer la maîtrise globale du projet.

Le choix de ce thème s'explique par l'importance croissante de la maîtrise des risques dans les projets de travaux publics, notamment lorsqu'il s'agit de projets d'infrastructures réalisés en milieu urbain dense. Dans ce type de contexte, l'entreprise ne maîtrise pas toujours l'ensemble des paramètres qui conditionnent l'exécution. Les contraintes du terrain, les décisions des parties prenantes externes, les autorisations, les réseaux concessionnaires, les approvisionnements et les exigences de qualité peuvent influencer directement le déroulement du projet.

Ainsi, l'intégration de la gestion des risques dans la planification devient un enjeu managérial important pour améliorer la fiabilité du pilotage et la performance du projet.

La présente recherche s'inscrit dans le cadre du projet M54 d'extension du métro d'Alger, réalisé par COSIDER Travaux Publics pour le compte de l'Entreprise Métro d'Alger. Ce projet concerne l'extension de la ligne du métro d'Alger sur le tronçon Place des Martyrs – Taleb Abderrahmane, en passant par Trois Horloges et Triolet. Il comprend des travaux préparatoires, des études d'exécution, des travaux de génie civil, de gros œuvre, de tunnel et d'ouvrage de ventilation, notamment le PV8 avec sa galerie de liaison. Le projet présente un délai contractuel de quarante-quatre mois et un montant important, ce qui renforce les enjeux liés à la maîtrise des délais, des coûts et de la qualité.

Le projet M54 constitue un terrain particulièrement pertinent pour notre étude, car il est réalisé dans un environnement urbain complexe, marqué par la présence de réseaux existants, de bâtiments avoisinants, de contraintes de circulation, d'autorisations administratives, d'interfaces techniques et de parties prenantes multiples. Les documents internes du projet font apparaître plusieurs contraintes susceptibles d'affecter la planification, notamment les retards liés aux rapports CTC, les contraintes techniques, les réseaux concessionnaires, les approvisionnements, les difficultés géotechniques et l'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet. Ces éléments montrent que la maîtrise du projet ne dépend pas uniquement de l'existence d'un planning, mais aussi de la capacité à intégrer les risques dans ce planning.

À partir de ce constat, notre recherche s'articule autour de la question principale suivante :

Dans quelle mesure l'intégration d'une approche de gestion des risques peut-elle contribuer à améliorer la planification des projets de travaux publics ?

Cette question principale conduit à plusieurs questionnements complémentaires. Il s'agit d'abord de comprendre ce que représente la planification dans le cadre d'un projet de travaux publics. Il convient ensuite d'identifier les principaux risques susceptibles d'affecter la planification, les délais, les coûts et la qualité. Il est également nécessaire d'analyser les méthodes et les outils permettant d'intégrer une approche de gestion des risques dans la planification du projet. Enfin, il s'agit d'examiner dans quelle mesure cette intégration peut améliorer la fiabilité du planning, l'anticipation des aléas et la maîtrise globale du projet.

L'objectif général de ce mémoire est donc d'étudier la contribution de l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics, à travers le cas du projet M54. Plus précisément, cette recherche vise à analyser la démarche actuelle de planification, à identifier les risques majeurs affectant le projet, à apprécier leurs impacts sur les délais, les coûts et la qualité, puis à proposer des recommandations permettant de renforcer la fiabilité de la planification et la maîtrise du projet.

Sur le plan théorique, ce mémoire s'appuie sur les apports du management de projet, de la planification des projets de travaux publics et de la gestion des risques. La planification y est abordée comme un processus global de pilotage permettant d'organiser les activités, de mobiliser les ressources, de coordonner les intervenants et de maîtriser les objectifs de délai, de coût et de qualité. La gestion des risques est, quant à elle, étudiée comme une démarche structurée permettant d'identifier, d'analyser, d'évaluer et de traiter les incertitudes susceptibles d'affecter les objectifs du projet.

Sur le plan empirique, cette recherche repose sur une approche qualitative. Les données ont été recueillies à travers une recherche documentaire, l'analyse de documents internes du projet, des entretiens semi-directifs et l'exploitation d'une AMDEC. Les entretiens ont été réalisés auprès de responsables intervenant dans différentes fonctions du projet, notamment la planification, la direction technique, les études, le HSE, la qualité, l'approvisionnement, la sous-traitance, la finance et la comptabilité. Cette diversité des profils interrogés permet d'obtenir une vision transversale des risques et de mieux comprendre leur influence sur la planification du projet.

L'AMDEC a également constitué un outil important dans notre démarche, car elle permet de structurer l'analyse des risques à partir de leur probabilité, de leur gravité et de leur niveau de criticité. Elle permet ainsi de distinguer les risques mineurs, les risques à surveiller, les risques à maîtriser et les risques significatifs à contrôler. Son exploitation permet de relier les risques identifiés aux effets possibles sur le projet, notamment en matière de délais, de coûts et de qualité.

Le présent mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à la problématique et au cadre méthodologique de la recherche. Il présente le contexte général du sujet, les objectifs, les questions de recherche, l'organisme d'accueil, le projet M54, le terrain d'étude ainsi que la méthodologie adoptée. Le deuxième chapitre porte sur la revue de littérature et le cadre conceptuel. Il expose les principaux apports théoriques relatifs au management de projet, à la planification des projets, à la gestion des risques et à l'intégration de ces deux approches. Le troisième chapitre est consacré à l'analyse et à la discussion des résultats. Il présente l'enquête de terrain, les répondants, la démarche d'analyse, les risques majeurs identifiés, leurs impacts sur les délais, les coûts et la qualité, ainsi que les recommandations proposées pour renforcer l'intégration de la gestion des risques dans la planification du projet M54.

Ainsi, ce mémoire cherche à montrer que la réussite de la planification dans les projets de travaux publics ne dépend pas uniquement de la capacité à prévoir les activités, mais aussi de la capacité à anticiper les risques susceptibles de les perturber. À travers le cas du projet M54, cette recherche vise à contribuer à une meilleure compréhension du lien entre gestion des risques et planification, tout en proposant des pistes d'amélioration adaptées à un projet réel d'infrastructure complexe. L'enjeu principal est de faire évoluer la planification vers un

outil de pilotage intégré, capable de soutenir la prise de décision, de renforcer la maîtrise des délais, de limiter les surcoûts et de préserver la qualité du projet.

CHAPITRE I : PROBLÉMATIQUE ET CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Introduction du chapitre

La réalisation des projets de travaux publics repose sur une coordination permanente entre les études, les travaux, les approvisionnements, les ressources, les autorisations administratives, les parties prenantes et les contraintes du terrain. Dans ce type de projet, la planification ne constitue pas uniquement un calendrier d'exécution; elle représente un instrument central de pilotage, de coordination et de suivi de la performance. Elle permet de structurer les activités, d'organiser leur enchaînement, de mobiliser les moyens nécessaires et de suivre l'avancement du projet par rapport aux objectifs de délai, de coût et de qualité.

Cependant, la planification des projets de travaux publics reste fortement exposée aux incertitudes. Les contraintes techniques, les interfaces entre intervenants, les retards administratifs, les difficultés d'approvisionnement, les changements de conditions de terrain ou encore les réactions de l'environnement social peuvent provoquer des écarts entre le planning prévisionnel et l'exécution réelle. Dans ce contexte, la gestion des risques apparaît comme une démarche essentielle pour renforcer la fiabilité du planning et améliorer la maîtrise des délais.

Ce premier chapitre présente le cadre général de la recherche. Il expose la problématique, les objectifs, la pertinence du sujet, les questions de recherche, le contexte organisationnel et le cadre méthodologique adopté. Il précise également le terrain d'étude retenu, à savoir le projet M54 d'extension du métro d'Alger réalisé par COSIDER Travaux Publics, dont la complexité technique, organisationnelle et environnementale en fait un cas pertinent pour étudier l'intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics.

1 Problématique de la recherche

1.1 Contexte de la recherche

Les projets de travaux publics, en particulier les projets d'infrastructures tels que les extensions de réseaux de transport urbain, se caractérisent par leur complexité, la multiplicité des intervenants et l'importance des contraintes liées aux coûts, aux délais, à la qualité ainsi qu'à la coordination des différentes activités. Dans ce contexte, la planification occupe une place centrale dans le management de projet, car elle permet d'organiser les tâches, de mobiliser les ressources, de coordonner les intervenants et d'assurer le déroulement ordonné du projet.

Dans la pratique, ces projets sont souvent confrontés à des écarts significatifs entre la planification prévisionnelle et la réalité du terrain. Ces écarts peuvent se traduire par des retards, des difficultés d'organisation, des surcoûts et une baisse de la performance globale du projet. L'une

des causes principales de ces dysfonctionnements réside dans la prise en compte insuffisante des incertitudes et des aléas lors de l'élaboration et du suivi du planning.

Les entreprises utilisent aujourd'hui des outils informatiques de planification, tels que Primavera P6, pour structurer les projets, ordonnancer les activités et suivre leur avancement. Ces outils demeurent toutefois limités lorsqu'ils ne sont pas accompagnés d'une démarche méthodique permettant d'identifier, d'analyser et de traiter les risques susceptibles d'affecter l'exécution des travaux. Le planning peut alors manquer de souplesse, de cohérence et de capacité d'adaptation face aux imprévus.

Dans ce cadre, la gestion des risques apparaît comme un levier d'amélioration de la planification des projets de travaux publics. L'intégration d'une approche structurée, inspirée notamment des principes de la norme ISO 31000, permet d'anticiper les événements incertains, d'en apprécier les effets potentiels sur le projet et de définir des actions appropriées pour en réduire les conséquences sur l'organisation et l'avancement des travaux (ISO, 2018).

Ainsi, l'intégration de la gestion des risques dans la planification permet de passer d'une logique de prévision statique à une logique de pilotage plus dynamique et proactive. Elle vise à renforcer la maîtrise du projet, à améliorer la qualité du planning et à limiter les effets des aléas sur les délais.

La présente recherche s'inscrit dans le cadre de l'entreprise publique COSIDER Travaux Publics, à travers le projet M54 d'extension du métro d'Alger. Ce projet constitue un projet de travaux publics d'envergure, nécessitant une planification rigoureuse, appuyée sur des outils adaptés et sur une meilleure prise en compte des risques. La volonté d'améliorer la maîtrise du projet à travers des pratiques de management plus intégrées justifie l'intérêt de cette étude.

1.2 Constat de départ et justification scientifique

La littérature relative au management de projet montre que la planification est un processus essentiel pour structurer l'action collective, organiser les activités et suivre l'avancement du projet. Les approches classiques de planification, telles que le diagramme de Gantt, la méthode PERT ou la méthode du chemin critique, permettent de représenter les activités, leurs durées et leurs dépendances. Elles apportent une vision ordonnée du projet et constituent des outils indispensables au pilotage des délais.

Cependant, ces approches présentent des limites lorsqu'elles sont utilisées selon une logique strictement déterministe. Elles supposent souvent que les durées, les ressources et les conditions d'exécution sont suffisamment connues et stables. Or, dans les projets de travaux publics, les conditions de réalisation sont rarement complètement prévisibles. Les incertitudes liées aux sols, aux réseaux concessionnaires, aux autorisations, aux interfaces techniques, aux

approvisionnements, aux riverains ou encore aux décisions des parties prenantes peuvent modifier profondément le déroulement du projet.

Le manque qui justifie cette recherche réside donc dans l'articulation entre deux dimensions souvent traitées séparément dans la pratique : d'une part, la planification temporelle du projet ; d'autre part, la gestion des risques. L'enjeu n'est pas seulement d'identifier les risques de manière générale, mais de comprendre comment ces risques peuvent être intégrés dans le processus de planification afin de produire un planning plus réaliste, plus cohérent et plus réactif.

Cette recherche cherche ainsi à contribuer à une meilleure compréhension de la relation entre gestion des risques et planification dans un contexte concret de travaux publics. Elle s'appuie sur le projet M54 pour examiner comment les risques peuvent affecter le planning et comment une approche structurée peut contribuer à renforcer la maîtrise des délais.

1.3 Objectifs de la recherche

La problématique développée dans le cadre de ce travail conduit à définir un ensemble d'objectifs visant à analyser et à améliorer la planification des projets de travaux publics à travers l'intégration d'une approche de gestion des risques.

L'objectif général de cette recherche est d'étudier la contribution de l'intégration d'une approche de gestion des risques, inspirée notamment des principes de la norme ISO 31000, dans la planification des projets de travaux publics, afin d'améliorer la cohérence de la planification, de renforcer la maîtrise du projet et de limiter les effets des aléas sur son déroulement.

Cet objectif principal se décline en plusieurs objectifs spécifiques :

- analyser la démarche actuelle de planification adoptée dans le projet M54 et en identifier les principales limites ;
- mettre en évidence les principaux facteurs d'incertitude susceptibles d'affecter l'organisation et le déroulement du projet ;
- identifier les risques pouvant influencer la planification, la coordination des activités et l'exécution des travaux ;
- analyser les causes et les sources de ces risques dans le contexte du projet étudié ;
- évaluer les risques en fonction de leur probabilité d'occurrence et de leur impact sur la planification du projet ;

- examiner les possibilités d'intégration d'une approche de gestion des risques dans un processus de planification déjà appuyé par des outils de gestion de projet tels que Primavera P6 ;
- proposer des améliorations permettant de renforcer la fiabilité de la planification et la maîtrise globale du projet.

1.4 Pertinence de la recherche

L'intérêt de cette recherche est à la fois théorique et managérial.

Sur le plan théorique, ce travail permet de mobiliser les connaissances relatives au management de projet, à la planification des projets de travaux publics et à la gestion des risques selon la norme ISO 31000. Il permet également de mieux cerner les approches, les outils et les techniques qui rendent possible l'intégration de la gestion des risques dans la planification.

Sur le plan managérial, les résultats de cette recherche peuvent apporter une aide aux responsables de projet en leur permettant de mieux apprécier l'effet des risques sur les délais de réalisation et d'améliorer la qualité du planning. Une telle démarche favorise une meilleure anticipation des aléas, limite les écarts entre les prévisions initiales et la réalité du terrain, et contribue à une maîtrise plus efficace des délais.

Enfin, cette recherche vise à proposer une contribution à l'intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics, à travers une démarche continue et évolutive permettant d'identifier, d'analyser, d'évaluer et de classer les risques susceptibles d'influencer le planning, afin de définir les actions appropriées pour les maîtriser et améliorer la performance globale du projet M54.

1.5 Questions de recherche

Après plusieurs lectures portant sur le management de projet, la planification et la gestion des risques, la question principale de cette recherche peut être formulée comme suit :

> *Dans quelle mesure l'intégration d'une approche de gestion des risques peut-elle contribuer à améliorer la planification des projets de travaux publics?*

De cette question principale découlent les questions partielles suivantes :

- Qu'est-ce que la planification dans le cadre d'un projet de travaux publics ?
- Quels sont les principaux risques susceptibles d'affecter la planification et les délais d'un projet de travaux publics ?

- Quelles sont les méthodes et les outils permettant d'intégrer une approche de gestion des risques dans la planification d'un projet ?
- Dans quelle mesure cette intégration permet-elle d'améliorer la fiabilité du planning, l'anticipation des aléas et la maîtrise des délais ?

Compte tenu de la nature qualitative de la recherche, ce travail ne repose pas sur des hypothèses statistiques strictes. Il s'appuie plutôt sur des propositions de recherche permettant d'orienter l'analyse empirique :

- la prise en compte insuffisante des risques peut contribuer aux écarts entre le planning prévisionnel et l'exécution réelle ;
- l'intégration d'une démarche structurée de gestion des risques peut renforcer la cohérence et la robustesse du planning ;
- l'articulation entre les outils de planification et les principes de gestion des risques peut améliorer l'anticipation des aléas et la maîtrise des délais.

2 Contexte organisationnel et terrain de recherche

2.1 Présentation de l'organisme d'accueil

COSIDER Travaux Publics est une entreprise spécialisée dans la réalisation des grands travaux. Grâce à l'ampleur et à la qualité de ses réalisations, elle s'est imposée comme l'une des entreprises de référence dans le secteur du BTPH en Algérie, en capitalisant une expérience de plus de trente-cinq années. Elle constitue l'une des principales filiales du Groupe COSIDER et dispose d'un capital social de 4 000 000 000 DA.

COSIDER Travaux Publics possède une grande expérience dans la réalisation des ouvrages d'infrastructures publiques. Son organisation repose sur une structure divisionnaire qui permet de mieux mobiliser les ressources, d'améliorer la réactivité de l'entreprise et d'assurer un meilleur suivi des chantiers. La société intervient principalement dans les domaines des infrastructures, des ouvrages spéciaux, des barrages et des travaux ferroviaires.

Cette position sur le marché, associée à son expérience dans les projets complexes, fait de COSIDER Travaux Publics un organisme d'accueil pertinent pour l'étude de la planification des projets de travaux publics et de la gestion des risques.

2.2 Présentation générale du projet M54

Le projet objet de la présente étude s'inscrit dans le cadre du programme d'extension du métro d'Alger. Il est identifié au sein de COSIDER Travaux Publics sous l'appellation projet M54 et il est réalisé pour le compte de l'Entreprise du Métro d'Alger (EMA). Le marché relatif à ce projet est entré en vigueur le 23 septembre 2024, tandis que l'ordre de service de démarrage des travaux a été notifié le 31 octobre 2024. Le délai contractuel de réalisation est fixé à quarante-quatre (44) mois, pour un montant global estimé à 8 020 417 996,05 DA TTC.

Ce projet concerne l'extension de la ligne du métro d'Alger sur le tronçon reliant Place des Martyrs à Taleb Abderrahmane, en passant par Trois Horloges et Triolet. Il comprend à la fois des travaux préparatoires relatifs aux stations et des travaux de génie civil et de gros œuvre portant sur le tronçon principal.

La consistance du projet est structurée en deux volets principaux. Le premier volet concerne les travaux préparatoires, incluant notamment l'installation de chantier, la déviation des réseaux concessionnaires, la campagne de reconnaissance géotechnique complémentaire, la campagne de vérification de l'état des lieux des bâtiments se trouvant sur la ligne d'influence en collaboration avec le CTC, ainsi que la vérification de la polygonale. Le second volet porte sur la réalisation des travaux de gros œuvre et de génie civil, comprenant l'établissement des études d'exécution, la réalisation du tunnel voûté à double voie, la station Taleb Abderrahmane, ainsi que le puits de ventilation PV8 avec sa galerie de liaison.

TAB. 1 : Fiche synthétique du projet M54

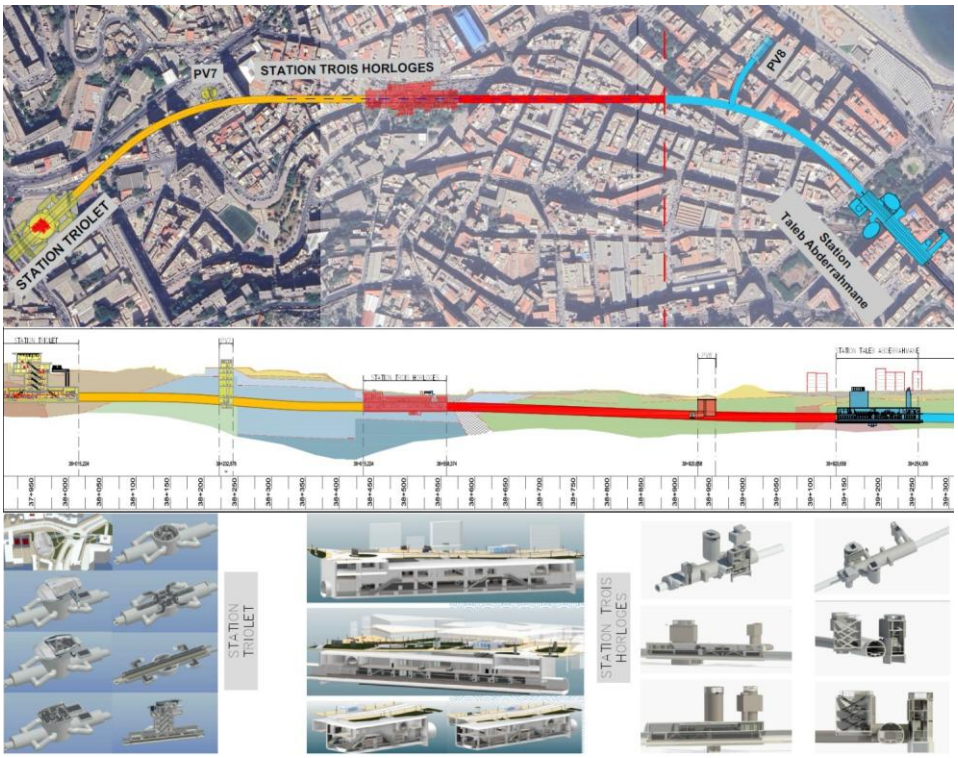
Élément	Information principale
Maître d'ouvrage	Entreprise du Métro d'Alger (EMA)
Entreprise chargée des travaux	COSIDER Travaux Publics
Objet du projet	Extension du métro d'Alger sur le tronçon Place des Martyrs – Taleb Abderrahmane
Stations concernées	Taleb Abderrahmane, Trois Horloges et Triolet
Ordre de service	31 octobre 2024
Délai contractuel	44 mois
Montant du marché	8 020 417 996,05 DA TTC
Nature des travaux	Travaux préparatoires, génie civil, gros œuvre, tunnel et ouvrage de ventilation
Principaux enjeux	Coordination des interfaces, contraintes urbaines, maîtrise des délais, gestion des aléas

Source : élaboré par nous mêmes à partir des informations relatives au projet M54.

Compte tenu de son envergure, de son implantation en milieu urbain dense, de la multiplicité des intervenants et des contraintes techniques, administratives et sociales qui l'entourent, le

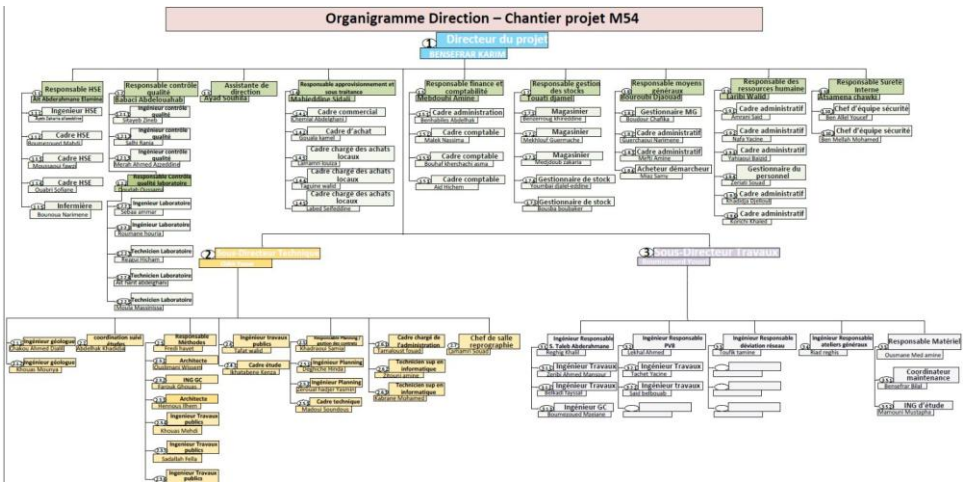
projet M54 présente un degré élevé de complexité. Les documents de suivi du projet montrent que le respect des délais constitue un enjeu majeur, ce qui confère à ce projet une pertinence particulière dans le cadre d'une recherche portant sur l'intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics.

Fig. 1 : Présentation visuelle du projet M54



Source : document interne du projet M54, COSIDER Travaux Publics

Fig. 2 : Organigramme du projet



Source : document interne du projet M54, COSIDER Travaux Publics

2.3 Présentation du terrain de recherche

Le terrain de recherche retenu porte sur la structure de direction du projet M54 de COSIDER Travaux Publics, ainsi que sur les activités de pilotage et d'exécution liées à l'extension du métro d'Alger. L'étude concerne les travaux préparatoires des stations Taleb Abderrahmane, Trois Horloges et Triolet, ainsi que les travaux de génie civil, de gros œuvre, de tunnel et d'ouvrage de ventilation sur le tronçon Place des Martyrs – Taleb Abderrahmane.

Dans le cadre de la problématique, l'observation est orientée vers les activités ayant un lien direct avec la planification du projet et avec les risques susceptibles d'affecter les délais. Le terrain de recherche s'articule principalement autour de trois ensembles d'activités :

- les études et la préparation technique, qui comprennent les reconnaissances géotechniques complémentaires, la vérification de l'état des bâtiments situés dans la zone d'influence, la vérification de la polygonale et les études d'exécution ;
- le planning, le suivi et la coordination, qui concernent l'élaboration et la mise à jour du planning de référence, la synchronisation entre les études, les travaux, les approvisionnements et les autorisations externes, ainsi que le suivi des écarts et des actions correctives ;
- l'exécution des travaux, qui représente le niveau opérationnel où les contraintes du terrain, les interfaces techniques et les aléas se traduisent concrètement par des effets sur l'avancement du projet.

Le choix de ce terrain se justifie par le fait que le projet M54 évolue dans un environnement marqué par des contraintes techniques, administratives et sociales. Le rapport des contraintes du projet fait notamment ressortir des difficultés liées à la remise des rapports du CTC, à la coordination des interfaces et à l'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet. Ces éléments confirment que le projet est exposé à des aléas susceptibles d'affecter directement l'avancement des travaux et, par conséquent, le respect des délais.

Les documents internes de suivi montrent également que la maîtrise des délais constitue un point de vigilance important au sein du projet. L'enquête de satisfaction client externe fait apparaître une note de 7/10 pour le critère relatif au respect des délais, jugée peu satisfaisante, tandis que la fiche d'action corrective mentionne explicitement un risque financier lié aux pénalités de retard et aux coûts supplémentaires nécessaires pour rattraper les délais. Ainsi, le projet M54 constitue un terrain pertinent pour étudier l'intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics.

2.4 Choix du thème

Le choix du thème porte sur l'intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics au sein d'un projet stratégique et complexe. Ce choix s'explique d'abord par les caractéristiques du projet M54, qui s'inscrit dans un environnement marqué par la multiplicité des intervenants, la complexité des interfaces techniques, les contraintes administratives et les aléas du terrain.

Les travaux préparatoires des stations, les études d'exécution, les interfaces avec les concessionnaires et le CTC, ainsi que les travaux de génie civil, de tunnel et d'ouvrage de ventilation exigent une coordination continue et une forte maîtrise des délais. Dans un tel contexte, la planification constitue un élément essentiel du pilotage du projet, mais elle ne peut être pleinement efficace sans une meilleure prise en compte des risques susceptibles d'affecter son déroulement.

Ce thème se justifie également par son intérêt managérial. Les documents internes du projet font apparaître plusieurs difficultés ayant une incidence directe sur l'avancement des travaux, notamment les retards dans la remise des rapports du CTC, certaines contraintes techniques et l'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet. Ces éléments montrent que la maîtrise des délais constitue un enjeu majeur au sein du projet et qu'une réflexion sur l'intégration de la gestion des risques dans la planification est pleinement pertinente.

Enfin, ce thème permet de relier directement les apports théoriques du management des risques aux réalités concrètes d'un projet de travaux publics. À travers ce travail, il s'agit de montrer dans quelle mesure l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification peut contribuer à améliorer la fiabilité du planning, à mieux anticiper les aléas et à renforcer la maîtrise des délais du projet.

3 Cadre méthodologique de la recherche

La méthodologie consiste à définir le type de recherche adopté ainsi que la démarche utilisée pour mener à bien l'étude. Dans cette section, sont présentés l'approche méthodologique, la population de l'étude, les techniques de collecte des données et les principales limites rencontrées.

3.1 Approche méthodologique

Pour cette étude, le recours à une approche qualitative apparaît approprié. La recherche qualitative produit et analyse des données descriptives, telles que les paroles écrites ou exprimées

par les acteurs, les comportements observés et les documents produits dans leur contexte naturel. Elle s'intéresse au sens que les acteurs donnent à leurs pratiques, à leurs décisions et aux situations auxquelles ils sont confrontés.

En sciences de gestion, la compréhension du sens est essentielle lorsque l'objectif n'est pas de mesurer statistiquement un phénomène, mais de comprendre des pratiques, des interactions, des représentations et des contraintes dans une situation concrète. La méthode qualitative constitue donc une stratégie de recherche adaptée à l'analyse d'un projet complexe et fortement contextualisé.

Dans le cas du projet M54, cette approche se justifie par l'objectif de comprendre comment les risques influencent la planification du projet, comment les acteurs perçoivent les écarts de délai, les contraintes du terrain et les mécanismes de pilotage mis en place. Elle permet d'analyser les pratiques de planification et de gestion des risques à partir des informations recueillies sur le terrain.

3.2 Population de l'étude

Plusieurs entretiens ont été réalisés avec des responsables de services intervenant au niveau du projet M54. Les personnes concernées occupent des fonctions directement liées à la préparation, à la planification, au suivi, à l'exécution et au contrôle du projet. La population de l'étude comprend notamment :

- le sous-directeur technique
- le responsable du management de la qualité et du contrôle qualité
- le responsable planning, suivi et contrôle
- le responsable HSE
- le responsable approvisionnement
- le responsable de la finance et de la comptabilité
- le responsable des études

Le choix de cette population s'explique par le fait qu'elle regroupe les principaux acteurs impliqués dans la préparation technique, la planification, le suivi, l'exécution, le contrôle, les approvisionnements ainsi que la gestion administrative et financière du projet. Ces acteurs sont donc en mesure de fournir des informations utiles sur les risques susceptibles d'affecter les délais et sur les pratiques de planification, de coordination et de pilotage mises en œuvre au sein du projet.

3.3 Procédure de collecte des données

Les techniques de collecte des données retenues dans le cadre de cette recherche sont la recherche documentaire, l'analyse des documents internes, la consultation de ressources électroniques spécialisées, les entretiens semi-directifs et la méthode QQOQCCP.

3.3.1 Recherche documentaire

La recherche documentaire constitue une étape fondamentale de ce travail. Elle permet de construire le cadre théorique à partir d'écrits antérieurs et de disposer d'une base conceptuelle solide sur le management de projet, la planification des projets de travaux publics, la gestion des risques et la norme ISO 31000.

Dans ce cadre, ont été consultées des bibliographies d'ouvrages de référence, des thèses de recherche, des rapports, des normes et des revues traitant du management de projet, de la planification, des risques et des méthodes d'intégration entre planning et management des risques.

3.3.2 Analyse des documents internes du projet

En plus de la recherche documentaire générale, plusieurs documents internes relatifs au projet M54 ont été exploités, notamment la fiche d'identification du projet, le rapport des contraintes, l'enquête de satisfaction client externe et la fiche d'action corrective ouverte à la suite de l'insatisfaction liée au respect des délais. Cette analyse a permis de mieux comprendre le cadre contractuel du projet, les points sensibles liés au planning, les causes possibles des écarts de délais ainsi que les actions correctives envisagées.

3.3.3 Consultation de ressources électroniques spécialisées

La consultation de ressources électroniques spécialisées a permis de compléter la collecte d'informations, notamment pour accéder à des normes, publications professionnelles, documents institutionnels et références scientifiques disponibles en ligne. Cette source d'information a été utilisée comme un complément à la recherche documentaire principale et non comme un substitut aux ouvrages, normes et publications scientifiques.

3.3.4 Entretiens semi-directifs

Pour effectuer l'enquête de terrain, la méthode des entretiens semi-directifs a été retenue. L'entretien permet d'accéder à des réponses approfondies et d'analyser le sens que

les acteurs donnent à leurs pratiques, aux événements auxquels ils sont confrontés, à leurs repères professionnels et à leurs propres expériences.

L'entretien semi-directif constitue un compromis entre l'entretien directif et l'entretien non directif. Il permet d'orienter la personne interrogée vers des thèmes précis tout en laissant une possibilité d'adaptation à la situation. Dans cette recherche, il a été utilisé à partir d'un guide d'entretien servant de support et de fil conducteur pour aborder les thèmes relatifs à la planification, aux risques, aux contraintes du terrain, aux délais et aux mécanismes de pilotage.

3.3.5 Déroulement des entretiens

Les informations ont été recueillies au niveau du lieu de stage, auprès de la direction du projet et des acteurs concernés par les activités du projet M54. Les entretiens commençaient par une brève présentation du thème de la recherche, à savoir l'intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics. Les thèmes principaux à aborder étaient ensuite présentés aux interlocuteurs.

L'ordre des questions n'était pas toujours strictement respecté, car il dépendait souvent du déroulement de l'échange. Lorsque l'interlocuteur abordait spontanément un aspect en lien avec la problématique, des relances étaient formulées afin d'obtenir des réponses plus complètes. En raison de l'emploi du temps chargé des personnes interrogées, plusieurs échanges complémentaires ont parfois été nécessaires pour traiter l'ensemble des thèmes prévus et confirmer certaines informations obtenues lors des premiers entretiens.

3.3.6 Méthode QQOQCCP

La méthode QQOQCCP constitue une méthode d'analyse contextuelle simple et efficace d'une situation donnée. Elle permet, dans le management de projet, de poser les bonnes questions pour comprendre une problématique particulière : Qui? Quoi? Où? Quand? Comment? Combien ? Pourquoi ?

Dans cette recherche, cette méthode aide à mieux cerner les causes possibles des écarts de délais, les acteurs concernés, les lieux d'apparition des contraintes, les modalités d'apparition des difficultés et les effets possibles sur le planning du projet. Elle sera mobilisée pour structurer la compréhension des situations observées dans le cadre de l'analyse empirique.

3.4 Difficultés et limites méthodologiques

Comme dans toute recherche réalisée en milieu professionnel, certaines limites doivent être signalées. La première concerne la disponibilité des interlocuteurs. Les responsables impliqués dans le projet occupent des fonctions opérationnelles importantes et disposent d'un temps

limité pour participer aux entretiens. Cette contrainte a parfois nécessité plusieurs retours vers les mêmes personnes afin de compléter les informations.

La deuxième limite concerne l'accès à certaines informations internes. Par devoir de réserve, certains interlocuteurs peuvent éviter de communiquer des éléments sensibles ou incomplets, notamment lorsqu'ils concernent les écarts de délais, les responsabilités, les pénalités ou les contraintes contractuelles. Cette limite a été prise en compte par la confrontation des informations issues des entretiens avec les documents internes disponibles.

Malgré ces limites, les informations recueillies permettent de disposer d'une base suffisante pour comprendre les pratiques de planification du projet M54, les contraintes auxquelles il est exposé et les risques susceptibles d'influencer la maîtrise des délais. Les modalités détaillées de traitement et de présentation des résultats seront développées dans le chapitre consacré à l'analyse empirique.

CHAPITRE II : REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE CONCEPTUEL

Introduction du chapitre

La maîtrise des délais dans les projets de travaux publics constitue un enjeu fondamental du management de projet. Pour appréhender cet enjeu de manière rigoureuse, il est nécessaire de mobiliser un cadre théorique et conceptuel articule autour de trois notions principales : le management de projet, la planification temporelle et la gestion des risques.

Ce chapitre a pour objectif de situer la problématique dans la littérature scientifique et professionnelle, puis de définir les concepts qui serviront de base à l'analyse empirique du projet M54. Il ne s'agit pas de reprendre l'ensemble des travaux publiés sur ces domaines, mais de retenir les apports les plus utiles pour comprendre comment la gestion des risques peut contribuer à améliorer la planification des projets de travaux publics.

Le chapitre est organisé en cinq sections. La première présente la revue de littérature et l'évolution progressive des liens entre planification, management de projet et gestion des risques. La deuxième expose le cadre conceptuel du management de projet. La troisième traite de la planification temporelle et de ses principaux outils. La quatrième présente la gestion des risques selon une approche structurée, notamment celle de la norme ISO 31000. La cinquième propose le modèle d'analyse retenu pour articuler ces notions dans le cadre de la recherche.

1 Revue de littérature

La revue de littérature constitue le socle théorique de cette recherche. Elle permet de situer la problématique dans les débats scientifiques et professionnels relatifs à la planification des projets, au management de projet et au management des risques. Dans le cadre de ce mémoire, la littérature est mobilisée afin de comprendre comment la gestion des risques peut contribuer à améliorer la planification des projets de travaux publics.

Trois idées principales traversent les travaux consultés. La première est que la planification s'est progressivement transformée : d'un calendrier technique, elle est devenue un instrument central de pilotage du projet. La deuxième est que le risque n'est plus perçu comme un aléa périphérique, mais comme une dimension constitutive de l'action managériale. La troisième est que les approches récentes tendent à rapprocher ces deux dimensions en considérant que la qualité du planning dépend de sa capacité à intégrer l'incertitude, les interdépendances et les aléas susceptibles d'affecter l'atteinte des objectifs du projet (Corbel, 2012 ; PMI, 2017 ; ISO, 2018).

1.1 Les années 1950 et 1960 : naissance de la planification moderne des projets

La fin des années 1950 constitue un moment fondateur dans l'histoire de la planification de projet. C'est à cette période que se diffusent les premières méthodes de réseau permettant de représenter les dépendances entre activités, d'identifier les enchaînements critiques et de raisonner sur les marges, les dates de début et les dates d'achèvement.

Le dictionnaire de management de projet de l'AFITEP/AFNOR recense, dans le vocabulaire fondamental de la planification, la méthode PERT, la méthode CPM, le diagramme de Gantt, la logique de réseau, l'analyse du chemin critique, les marges et les tâches fictives. Cela montre l'importance historique de ces outils dans la formalisation de la discipline (AFITEP/AFNOR, 2010). Dans le même sens, Kerzner montre que cette évolution s'inscrit dans un passage plus large d'un mode de gestion cloisonné à une logique de coordination transversale, dans laquelle le projet exige un point de contact unique, une meilleure articulation entre fonctions et une vision d'ensemble des interdépendances (Kerzner, 2009).

À ce stade, la planification acquiert une double fonction. D'une part, elle permet de structurer le travail en séquences cohérentes. D'autre part, elle devient un outil de mise en visibilité du projet, en révélant les dépendances, les tâches critiques et les zones de moindre flexibilité. Cette période pose donc les bases d'une planification analytique, tournée non seulement vers l'ordonnancement, mais déjà vers la maîtrise du temps projet.

1.2 Les années 1970 et 1980 : complexification du projet et montée des enjeux d'intégration

Au cours des années 1970 et 1980, la littérature montre que la seule maîtrise technique des tâches ne suffit plus à assurer le succès des projets. L'augmentation de la taille des projets, la multiplication des intervenants, la nécessité de coordonner plusieurs spécialités et la pression croissante sur les résultats renforcent le besoin d'intégration.

Kerzner présente le management de projet comme une forme de management appliqué des systèmes, c'est-à-dire une manière de faire travailler ensemble des sous-ensembles spécialisés autour d'objectifs communs, malgré leurs logiques propres (Kerzner, 2009). Dans ce contexte, les structures matricielles, les fonctions d'intégration, les chefs de projet et les bureaux de projet prennent une importance accrue, car ils assurent la cohérence horizontale entre les fonctions.

La planification se transforme alors en un instrument de coordination interfonctionnelle. Elle ne concerne plus seulement le temps; elle doit articuler les ressources, les responsabilités, les flux d'information et les décisions. La qualité du planning ne peut plus être évaluée uniquement à partir de sa rigueur formelle. Elle dépend aussi de la capacité du projet à gérer

les interfaces, à maintenir des canaux de communication efficaces et à arbitrer rapidement dans un environnement incertain.

1.3 Les années 1990 : structuration du management de projet et rapprochement entre risques, délais et performance

Les années 1990 marquent une étape importante dans la structuration du management de projet. La logique méthodologique se renforce et le projet est de plus en plus pilote à partir de référentiels, de phases, de revues, de plans et de dispositifs d'apprentissage.

Chez Kerzner, cette période apparaît comme celle d'une intégration croissante des processus, où le management de projet tend à se rapprocher d'autres dimensions telles que le management de la qualité, l'ingénierie concourante, le management des changements et le management des risques. L'idée n'est plus seulement de planifier les activités, mais de développer une méthodologie cohérente, capable de réduire le risque global, d'améliorer la décision et d'accélérer la réalisation du projet (Kerzner, 2009).

Les travaux de Corbel rejoignent cette logique lorsqu'ils présentent le management de projet à partir d'actes fondamentaux tels que l'identification des risques et des préoccupations des acteurs, la cohérence entre planning et capacité à assurer les charges, la visibilité de l'avancement par des indicateurs et la communication à chaque jalon (Corbel, 2012). La planification n'est donc plus un exercice autonome : elle doit être articulée aux préoccupations des acteurs, aux ressources disponibles, aux incertitudes et au pilotage des écarts.

1.4 Les années 2000 : du traitement des risques à une logique de management

Au début des années 2000, la littérature sur les risques évolue fortement. Barthélemy et Courrèges montrent que la gestion des risques ne peut plus être comprise seulement comme un dispositif de sécurité ou de conformité; elle devient un instrument de management. Selon cette approche, l'entreprise est exposée à des risques internes et externes, et la gestion des risques ne consiste pas à supprimer toute incertitude, mais à apprendre à ne prendre que les risques jugés acceptables et soutenables (Barthélemy et Courrèges, 2004).

Les mêmes auteurs proposent une démarche qui consiste à identifier et quantifier les risques, réduire leur probabilité ou leurs conséquences, puis financer les conséquences résiduelles. Cette approche est importante pour notre thème, car elle montre que le management des risques n'est pas seulement analytique; il est aussi décisionnel, économique et opérationnel. Traiter un risque revient à arbitrer entre prévention, protection, réduction de l'impact, acceptation ou transfert.

Dans les projets, cette logique est particulièrement utile lorsque le respect des délais ne dépend pas seulement du temps technique des tâches, mais aussi de la capacité à anticiper les événements défavorables et à choisir les réponses les plus adaptées.

1.5 Les années 2010 : affirmation d'une approche intégrée du management du risque

La diffusion de la norme ISO 31000 renforce une vision intégrée du management du risque. Dans son édition 2018, la norme insiste sur le fait que le management du risque vise la création et la préservation de la valeur, qu'il est itératif, qu'il soutient la stratégie, la décision et la performance, et qu'il doit être intégré à la gouvernance, au leadership et aux activités de l'organisme (ISO, 2018).

Les principes retenus par la norme – intégration, structuration, adaptation, inclusivité, dynamisme, prise en compte de la meilleure information disponible, facteurs humains et culturels, amélioration continue – montrent que le risque n'est plus pensé comme une préoccupation annexe. Il devient une dimension normale du fonctionnement des organisations et de leurs projets.

Cette évolution légitime l'idée que la gestion des risques doit être introduite là où se prennent les décisions structurantes du projet, notamment au niveau de la définition des objectifs, du cadrage, de l'allocation des ressources et de la planification.

1.6 Les années 2010 à aujourd'hui : convergence entre échéancier et gestion des risques

Le Guide PMBOK renforce cette convergence en distinguant la gestion de l'échéancier du projet et la gestion des risques du projet, tout en montrant leurs interactions (PMI, 2017). D'un côté, la gestion de l'échéancier comprend les processus permettant de définir les activités, de les organiser en séquence, d'estimer leurs durées, d'élaborer le modèle d'échéancier et d'en assurer la maîtrise. De l'autre côté, la gestion des risques inclut la planification de la gestion des risques, l'identification, l'analyse, la planification des réponses, l'exécution de ces réponses et la maîtrise continue des risques.

L'intérêt du PMBOK, pour cette recherche, réside dans la mise en évidence des effets de la gestion des risques sur les autres plans du projet. Les réponses aux risques peuvent entraîner des mises à jour du plan de gestion de l'échéancier, du plan de gestion des coûts, du plan de gestion des ressources, du plan de gestion des approvisionnements, ainsi que des références de base du périmètre, de l'échéancier et des coûts. Le risque n'est donc pas un registre isolé ; il influence directement la configuration du planning et ses ajustements.

Dans une perspective plus pratique, Portny et Sage rappellent que la gestion des risques de projet repose sur une séquence simple mais structurante : identifier les risques, évaluer

leurs effets, puis élaborer des plans d'atténuation. Ils soulignent également que le pilotage du projet doit s'appuyer sur des dispositifs concrets de comparaison entre le prévu et le réalisé, notamment à travers des rapports d'activités, des jalons et des représentations de type diagramme de Gantt permettant de visualiser les retards et l'état d'avancement (Portny et Sage, 2011).

1.7 Vers une intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics

Les travaux consultés convergent vers une idée forte : la planification et la gestion des risques ne doivent pas être pensées séparément. L'AFITEP/AFNOR définit le plan de management du projet comme l'ensemble de documents décrivant comment le projet sera réalisé, suivi et piloté. Ce plan inclut ou référence notamment les plans relatifs à l'organisation, aux ressources, au planning, au budget, au management des risques, à la qualité, à la communication et aux approvisionnements (AFITEP/AFNOR, 2010).

Dans les projets de travaux publics, cette articulation est d'autant plus importante que la planification est soumise à de nombreuses contraintes : décomposition des ouvrages, dépendances entre tâches, disponibilité des ressources, coordination des acteurs, jalons contractuels, approvisionnements, interfaces techniques, exigences de qualité, contraintes externes et événements imprévus.

La littérature montre que les outils classiques de planification – WBS, Gantt, PERT, chemin critique, jalons, marges et indicateurs d'avancement – restent essentiels, mais qu'ils deviennent insuffisants lorsqu'ils sont utilisés selon une logique strictement déterministe. Un planning robuste ne doit pas seulement représenter les tâches ; il doit aussi intégrer les hypothèses, les seuils de maîtrise, les réserves, les conditions de déclenchement des actions correctives et les réponses prévues face aux aléas.

La contribution attendue de la gestion des risques dans la planification consiste donc à améliorer la pertinence du découpage du projet, à orienter l'identification des tâches sensibles, à renforcer la cohérence entre planning et capacité réelle, à définir des marges de manœuvre, à hiérarchiser les priorités de suivi et à rendre les révisions de planning plus justifiées et plus rapides. Intégrer une approche de gestion des risques dans la planification revient ainsi à faire évoluer le planning d'un instrument de prévision vers un instrument de pilotage dynamique.

1.8 Synthèse de la revue de littérature

Au terme de cette revue, il apparaît que la littérature a connu une évolution nette. Les premiers travaux ont surtout insisté sur la structuration logique du projet et la maîtrise des enchaînements

temporels. Ensuite, avec la complexification des organisations et des projets, le management de projet s'est progressivement ouvert aux questions d'intégration, de coordination, de communication, de qualité et de ressources. Parallèlement, le management des risques est passé d'une logique de protection ponctuelle à une logique de management intégré de l'incertitude.

Les référentiels contemporains montrent désormais que la planification et la gestion des risques sont étroitement liées : l'échéancier doit pouvoir évoluer avec une meilleure compréhension des risques, tandis que les réponses aux risques influencent directement les composantes du plan de management du projet. Ainsi, la littérature ne conduit pas à opposer planification et gestion des risques, mais à les considérer comme deux dimensions complémentaires d'un même pilotage.

2 Cadre conceptuel du management de projet

2.1 Définition et caractéristiques d'un projet

La notion de projet a fait l'objet de nombreuses définitions dans la littérature académique et professionnelle. L'Association Française de Normalisation définit le projet comme une action spécifique, nouvelle, qui structure méthodiquement et progressivement une réalité à venir, pour laquelle il n'existe pas encore d'équivalent (AFNOR, 2003). Cette définition met en évidence le caractère nouveau et structuré du projet, qui le distingue des activités routinières de l'organisation.

L'Association Francophone de Management de Projet définit le projet comme un ensemble d'actions à réaliser pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise, et pour la réalisation desquelles un début et une fin sont identifiés (AFITEP, 1996). Cette définition insiste sur la dimension temporelle du projet.

Sur le plan normatif international, la norme ISO 10006 définit le projet comme un processus unique composé d'activités coordonnées et ordonnées, comportant des dates de début et de fin, entreprises dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques telles que des contraintes de délais, de coûts et de ressources (ISO, 1997). Le Project Management Institute définit, pour sa part, le projet comme un effort temporaire entrepris pour créer un produit, un service ou un résultat unique (PMI, 2021).

De ces définitions ressortent quatre caractéristiques fondamentales du projet :

- l'unicite, car chaque projet possède un contexte, des objectifs et des contraintes propres ;
- la temporalite, car le projet possède un début, une fin et des jalons intermediaires ;

- la complexité, car il mobilise plusieurs ressources, acteurs, activités et décisions interdépendantes ;
- la finalite, car il vise l'atteinte d'objectifs définis en matiere de coût, qualité, délai et performance.

Dans le cadre des travaux publics, ces caractéristiques sont particulièrement visibles. Les projets d'infrastructure se déroulent souvent dans des environnements ouverts, contraints et évolutifs. Ils impliquent des acteurs publics et privés, des exigences contractuelles, des contraintes techniques, des délais stricts et des aléas difficiles à prévoir.

2.2 Management de projet

Le management de projet peut être compris comme l'ensemble des méthodes, processus, compétences et outils mobilisés pour atteindre les objectifs du projet. Il consiste à organiser, planifier, coordonner, piloter et contrôler les activités afin de respecter les exigences de délai, de coût, de qualité et de performance.

Le PMI présente le management de projet comme l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités du projet afin d'en satisfaire les exigences (PMI, 2017). Cette définition montre que le management de projet n'est pas limité à l'utilisation d'outils techniques. Il suppose une capacité d'intégration entre les différentes dimensions du projet : périmètre, délais, coûts, qualité, ressources, communication, risques, approvisionnements et parties prenantes.

Dans les projets de travaux publics, le management de projet prend une dimension particulière en raison de la complexité des ouvrages, de la durée des travaux, des contraintes du terrain et de la dépendance à plusieurs intervenants externes. La coordination entre les études, les autorisations, les approvisionnements, les travaux et les contrôlés devient une condition essentielle de la maîtrise des délais.

2.3 Triple contrainte : coût, qualité et délai

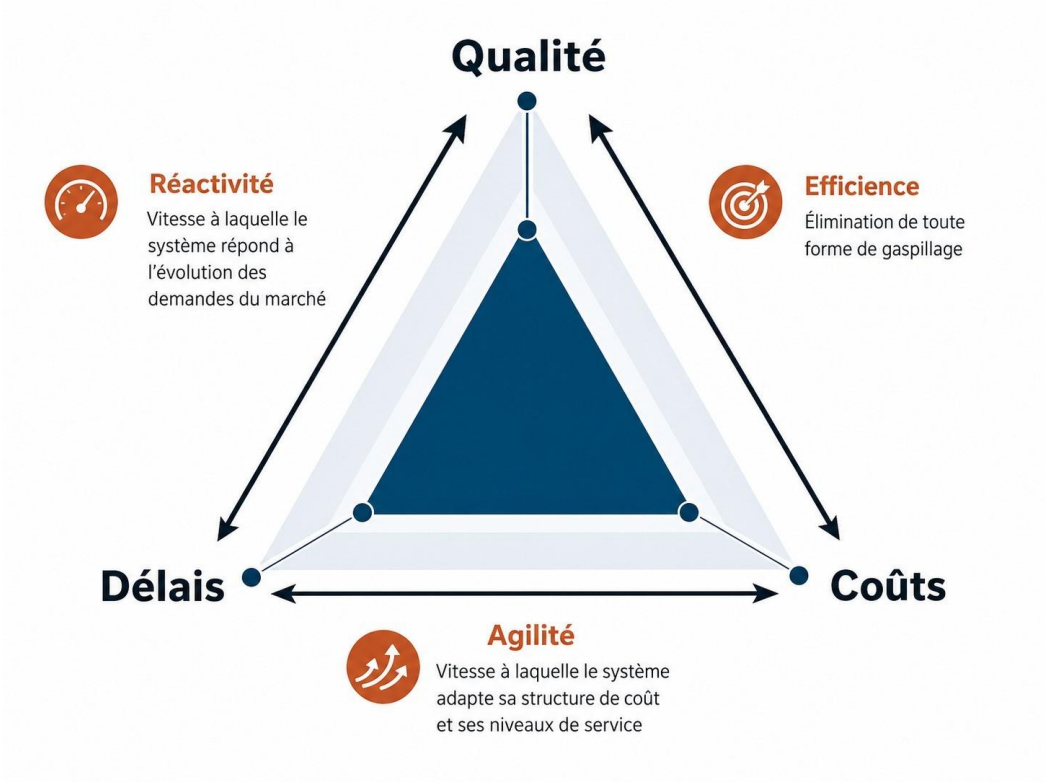
Le management de projet repose traditionnellement sur la triple contrainte : coût, qualité et délai. Ces trois dimensions sont fortement interdépendantes. Une modification du délai peut entraîner une augmentation des coûts ; une contrainte de qualité peut modifier l'organisation des travaux ; une limitation des ressources peut ralentir l'exécution.

Dans le contexte des travaux publics, le délai constitue souvent une contrainte stratégique. Les retards peuvent générer des pénalités contractuelles, des surcoûts, des tensions avec le maître d'ouvrage, une mobilisation prolongée des ressources et une dégradation de la performance

globale du projet. La planification devient donc un instrument de maîtrise, mais aussi un support de décision permettant d'arbitrer entre contraintes concurrentes.

La gestion des risques s'inscrit directement dans cette logique. Elle permet d'identifier les événements susceptibles d'affecter le coût, la qualité ou le délai, puis de définir des réponses adaptées. Dans cette recherche, l'accent est mis sur la contribution de cette démarche à la maîtrise des délais et à l'amélioration de la fiabilité du planning.

Fig. 3 : Illustration de la triple contrainte : coût, qualité et délai



Source : document interne du projet M54, COSIDER Travaux Publics

3 Cadre conceptuel de la planification temporelle

3.1 Définition de la planification

La planification temporelle peut être définie comme le processus qui consiste à décomposer le projet en activités, à établir leurs relations de dépendance, à estimer leurs durées, à affecter les ressources nécessaires et à construire un échéancier permettant de piloter l'exécution du projet.

Elle remplit plusieurs fonctions. Elle permet d'abord de donner une vision globale du déroulement du projet. Elle facilite ensuite la coordination entre les intervenants, car chacun peut connaître la séquence des activités et les échéances à respecter. Elle permet également de

suivre l'avancement, d'identifier les écarts et de prendre des décisions correctives. Enfin, elle constitue un support de communication entre les acteurs du projet.

Dans un projet de travaux publics, la planification ne peut pas être séparée des contraintes physiques, techniques, administratives et sociales. Le planning doit tenir compte des études, des approvisionnements, des autorisations, des interfaces avec les concessionnaires, de la disponibilité des ressources, des contraintes de chantier et des aléas externes.

3.2 Structure de découpage du projet : WBS

La structure de découpage du projet, ou Work Breakdown Structure (WBS), consiste à décomposer le projet en éléments de plus en plus détaillés jusqu'à obtenir des lots de travaux suffisamment précis pour être planifiés, estimés et contrôlés. Le WBS garantit l'exhaustivité du périmètre et limite le risque d'oublier des activités importantes.

Pour Kerzner, le WBS remplit trois fonctions principales : il définit le périmètre du projet, facilite l'estimation des durées et des coûts, et structure le suivi de l'avancement (Kerzner, 2017). Dans les projets de travaux publics, cette décomposition est essentielle, car elle permet de distinguer les phases d'études, les travaux préparatoires, les travaux de génie civil, les ouvrages annexes, les essais et les contrôlés.

L'intégration de la gestion des risques commence dès cette étape. Un découpage précis permet d'identifier les activités sensibles, les interfaces critiques et les points où un aléa peut avoir un effet important sur le planning.

3.3 Diagramme de Gantt

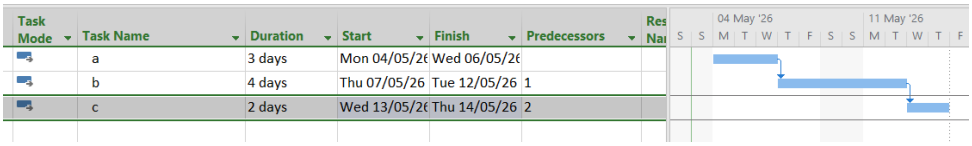
Le diagramme de Gantt est l'un des outils de représentation du planning les plus utilisés dans la pratique professionnelle. Il représente les activités du projet sous forme de barres horizontales sur un axe temporel, chaque barre indiquant la date de début, la durée et la date de fin de l'activité correspondante (Gido, Clements et Baker, 2018).

Ses principaux avantages sont sa lisibilite et sa facilite de communication avec les parties prenantes. Il permet de visualiser rapidement l'enchaînement des activités, les jalons, les périodes de travail et l'état d'avancement. Il constitue donc un outil utile pour les reunions de suivi et les mises à jour du planning.

Cependant, le diagramme de Gantt présente certaines limités lorsqu'il est utilisé seul. Il peut ne pas rendre suffisamment visibles les dépendances logiques entre activités et ne tient pas automatiquement compte des risques susceptibles d'allonger les durées ou de modifier les

séquences. Il doit donc être complété par des méthodes d'analyse des dépendances, du chemin critique et des risques.

Fig. 4 : Illustration du diagramme de Gantt



Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Res Na
	a	3 days	Mon 04/05/26	Wed 06/05/26		
	b	4 days	Thu 07/05/26	Tue 12/05/26	1	
	c	2 days	Wed 13/05/26	Thu 14/05/26	2	

Source : Réaliser par nous même

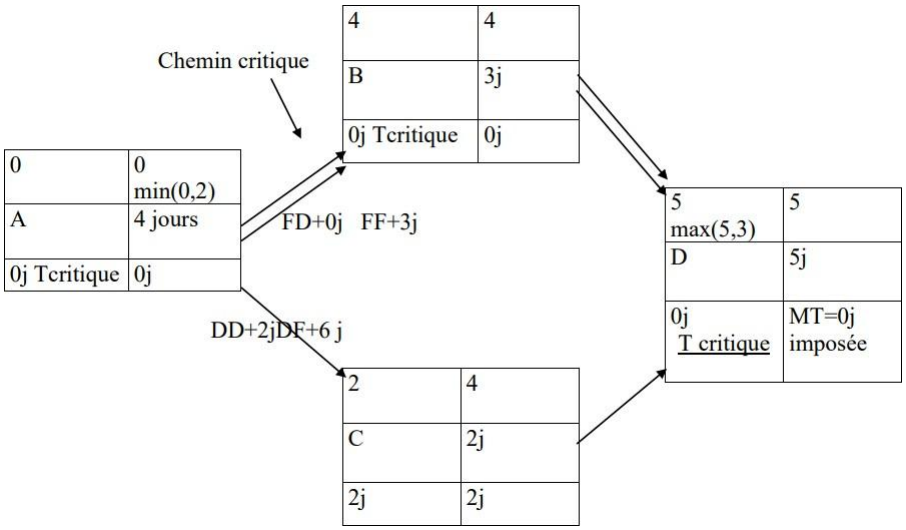
3.4 Méthode du chemin critique

La méthode du chemin critique, ou Critical Path Method (CPM), repose sur la construction d'un réseau d'activités representant l'ensemble des tâches du projet et leurs relations de dépendance logique. A partir de ce réseau, on calcule pour chaque activité sa date de début et de fin au plus tot, ainsi que sa date de début et de fin au plus tard.

Le chemin critique correspond à la séquence d'activités dont la marge totale est nulle. Tout retard sur une activité critique se réperçute directement sur la date de fin du projet (PMI, 2021). Ce concept est central pour cette recherche, car les risques affectant les activités situées sur le chemin critique sont particulièrement dangereux pour le respect des délais.

Dans une perspective d'intégration de la gestion des risques, l'identification du chemin critique permet de prioriser le suivi des risques. Les activités critiques doivent faire l'objet d'une vigilance accrue, car leur retard peut entraîner un décalage global du projet.

Fig. 5 : Illustration de la méthode du chemin critique (CPM)



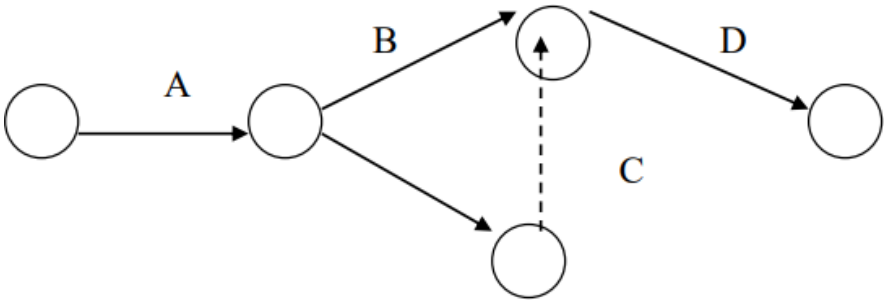
Source : Réaliser par nous même

3.5 Méthode PERT

La méthode PERT, ou Program Evaluation and Review Technique, a été développée pour planifier des projets complexes et incertains. Contrairement à une estimation unique de la durée, elle repose sur plusieurs hypothèses de durée : une durée optimiste, une durée probable et une durée pessimiste. Cette logique permet de mieux prendre en compte l'incertitude dans l'estimation des activités.

Dans les projets de travaux publics, l'intérêt de la méthode PERT réside dans sa capacité à introduire une réflexion sur la variabilité des durées. Certaines activités peuvent être fortement exposées à des aléas techniques, administratifs ou externes. L'approche PERT permet donc de rappeler que le planning ne doit pas être construit uniquement à partir d'une durée moyenne, mais aussi à partir d'une compréhension des risques susceptibles de modifier les durées.

Fig. 6 : Illustration de la méthode PERT



Source : Réaliser par nous même

3.6 Marges et flexibilité du planning

La notion de marge représente la flexibilité dont dispose une activité avant que son retard n'impacte d'autres activités ou la date de fin du projet. On distingue notamment la marge totale, qui correspond au délai maximal dont dispose une activité sans retarder la fin du projet, et la marge libre, qui correspond au délai maximal dont dispose une activité sans retarder le début de l'activité suivante (Wysocki, 2014).

Dans une perspective d'intégration de la gestion des risques, les marges constituent un indicateur important de vulnérabilité. Une activité disposant d'une marge faible est plus sensible aux risques, car un aléa même limité peut affecter la suite du projet. Inversement, une marge suffisante peut constituer une réserve de flexibilité permettant d'absorber certains retards.

La maîtrise des marges ne doit toutefois pas conduire à une interprétation passive du planning. Les marges doivent être suivies, protégées et utilisées de manière justifiée. Une consommation

rapide des marges peut constituer un signal d'alerte indiquant que le projet est exposé à une dégradation de ses délais.

3.7 Outils informatiques de planification et limites d'une approche déterministe

Les logiciels de planification, tels que Primavera P6, permettent de construire des plannings détaillés, de gérer les dépendances, de suivre l'avancement, d'analyser les chemins critiques et de produire des rapports de pilotage. Ils constituent des supports importants pour les projets complexes, car ils facilitent la structuration et la mise à jour des informations.

Cependant, l'efficacité de ces outils dépend de la qualité de la démarche de management qui les accompagne. Un logiciel peut représenter un planning, mais il ne garantit pas à lui seul que les risques ont été correctement identifiés, analysés et intégrés. Si les incertitudes du projet ne sont pas prises en compte, le planning risque de rester déterministe et de produire une image trop stable de l'exécution.

L'enjeu n'est donc pas d'opposer les outils de planification à la gestion des risques, mais de les articuler. Primavera P6 peut servir de support à une planification rigoureuse, tandis que la gestion des risques permet d'alimenter le planning par une meilleure compréhension des aléas, des contraintes et des actions correctives nécessaires.

4 Cadre conceptuel de la gestion des risques

4.1 Notion de risque

Le risque peut être défini comme l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs (ISO, 2018). Cette définition est importante, car elle ne réduit pas le risque à un événement négatif. Le risque est lié à l'incertitude et à ses effets possibles sur les objectifs du projet. Dans le cadre de cette recherche, l'attention est principalement portée sur les risques susceptibles d'affecter la planification et les délais.

Un risque se caractérise généralement par une cause, un événement incertain et une conséquence potentielle. Par exemple, un retard dans la remise d'un rapport technique peut avoir pour cause la dépendance à un organisme externe, pour événement la non-disponibilité du rapport à la date prévue, et pour conséquence le décalage d'une activité du planning.

Dans les projets de travaux publics, les risques peuvent être techniques, administratifs, financiers, contractuels, organisationnels, environnementaux ou sociaux. Leur particularité est qu'ils peuvent produire des effets en chaîne : un retard sur une autorisation peut retarder une installation de chantier, qui peut ensuite retarder le lancement des travaux, puis modifier l'ensemble de l'échéancier.

4.2 Typologie des risques dans les projets de travaux publics

Les risques affectant les projets de travaux publics peuvent être regroupés en plusieurs catégories. Cette typologie permet de structurer l'analyse et de mieux comprendre les sources possibles d'écarts par rapport au planning.

TAB. 2 : Principales catégories de risques dans les projets de travaux publics

Catégorie de risque	Exemples d'événements susceptibles d'affecter le planning
Risques techniques	Incertitudes géotechniques, modifications d'études, difficultés d'exécution, interfaces entre ouvrages
Risques administratifs	Retards d'autorisations, lenteur de validation, dépendance aux organismes externes
Risques organisationnels	Défauts de coordination, insuffisance de communication, chevauchement d'activités, responsabilités mal clarifiées
Risques d'approvisionnement	Retards de livraison, indisponibilité de matériaux, dépendance aux fournisseurs
Risques contractuels et financiers	Pénalités de retard, surcoûts, contraintes budgétaires, litiges
Risques sociaux et environnementaux	Opposition des riverains, contraintes urbaines, nuisances, conditions externes imprévues
Risques HSE	Accidents, incidents de sécurité, arrêts temporaires, contraintes de prévention

Source : élaboré à partir de la revue de littérature et du contexte des projets de travaux publics.

Cette typologie montre que les risques liés aux délais ne proviennent pas uniquement de l'exécution technique des travaux. Ils peuvent également provenir de décisions externes, de contraintes administratives, de défauts de coordination ou de facteurs sociaux. Cela renforce l'intérêt d'une approche intégrée de la gestion des risques dans la planification.

4.3 Principes de la norme ISO 31000

La norme ISO 31000 propose des lignes directrices relatives au management du risque. Elle repose sur l'idée que la gestion des risques doit créer et préserver de la valeur, être intégrée aux processus de l'organisme, être structurée et globale, être adaptée au contexte, impliquer les parties prenantes, être dynamique, s'appuyer sur la meilleure information disponible, prendre en compte les facteurs humains et culturels, et s'inscrire dans une logique d'amélioration continue (ISO, 2018).

Ces principes sont directement applicables à la planification des projets de travaux publics. L'intégration signifie que la gestion des risques ne doit pas être traitée comme une activité séparée du planning, mais comme une composante du pilotage. L'adaptation signifie que la démarche doit tenir compte du contexte du projet, de ses contraintes, de ses acteurs et de ses

objectifs. La dimension dynamique signifie que les risques doivent être suivis et réexaminés tout au long du cycle de vie du projet.

Dans le cas d'un projet tel que M54, ces principes invitent à relier la gestion des risques aux activités de planification, de suivi, de coordination et de mise à jour du planning. Le risque devient alors un élément de décision et non un simple constat après l'apparition des retards.

4.4 Processus de management des risques

Le processus de management des risques, selon l'esprit de la norme ISO 31000, peut être présenté autour de plusieurs étapes complémentaires : l'établissement du contexte, l'identification des risques, l'analyse des risques, l'évaluation des risques, le traitement des risques, la communication, la consultation, le suivi et la revue (ISO, 2018).

L'établissement du contexte permet de comprendre l'environnement interne et externe du projet, ses objectifs, ses parties prenantes, ses contraintes et ses critères de décision. L'identification des risques vise à repérer les événements susceptibles d'affecter l'atteinte des objectifs. L'analyse permet de comprendre les causes, les conséquences et les mécanismes d'apparition des risques. L'évaluation sert à hiérarchiser les risques afin de déterminer ceux qui nécessitent une action prioritaire. Le traitement consiste à définir les réponses appropriées, telles que la réduction, le transfert, l'acceptation ou l'évitement du risque.

La communication et la consultation accompagnent l'ensemble du processus, car les risques doivent être compris et partagés par les acteurs concernés. Le suivi et la revue assurent l'actualisation continue de l'information, notamment lorsque le projet évolue ou lorsque de nouveaux aléas apparaissent.

Appliquée à la planification, cette démarche permet de relier chaque risque à ses effets possibles sur les activités, les jalons, les marges, les ressources et les délais. Elle permet aussi de transformer les actions de traitement en ajustements concrets du planning.

4.5 Gestion des risques et maîtrise des délais

La maîtrise des délais ne dépend pas seulement de la qualité initiale du planning. Elle dépend également de la capacité du projet à anticiper les événements susceptibles de modifier les durées, les séquences ou les ressources. La gestion des risques contribue à cette maîtrise en apportant une vision plus réaliste du projet.

Elle permet d'identifier les activités vulnérables, de repérer les dépendances sensibles, de prévoir des marges de manœuvre, d'orienter le suivi vers les points critiques et de justifier les actions correctives. Elle permet également de renforcer la communication entre les acteurs,

car la discussion des risques oblige à clarifier les responsabilités, les seuils d'alerte et les priorités.

Dans un projet de travaux publics, cette contribution est essentielle. Les retards ne proviennent pas toujours d'une mauvaise exécution; ils peuvent résulter d'une anticipation insuffisante des aléas. L'intégration de la gestion des risques permet donc de rendre le planning plus robuste, plus adaptable et plus utile pour le pilotage.

5 Modèle d'analyse retenu

5.1 Logique générale du modèle

Le cadre théorique présenté dans ce chapitre conduit à retenir un modèle d'analyse fondé sur l'articulation entre planification temporelle et gestion des risques. Ce modèle repose sur l'idée que le planning ne doit pas être considéré comme un document fixe, mais comme un instrument de pilotage qui doit évoluer en fonction des risques identifiés, des contraintes observées et de l'avancement réel du projet.

Le modèle retenu met en relation quatre dimensions :

- le contexte du projet, qui comprend les objectifs, les contraintes, les parties prenantes et les exigences contractuelles ;
- le processus de planification, qui comprend le découpage des activités, les dépendances, les durées, les ressources, les jalons et le chemin critique ;
- le processus de gestion des risques, qui comprend l'identification, l'analyse, l'évaluation, le traitement, le suivi et la revue des risques ;
- la maîtrise des délais, qui constitue le résultat attendu de l'intégration entre planning et gestion des risques.

5.2 Composantes du modèle d'analyse

Ce modèle permet de structurer l'analyse empirique du projet M54. Il aide à passer d'une description générale des risques à une compréhension de leur effet concret sur la planification. Il permet également de relier les outils de planning, tels que Primavera P6, aux principes de gestion des risques proposés par ISO 31000.

TAB. 3 : Composantes du modèle d'analyse retenu

Composante	Rôle dans la recherche
Contexte du projet	Identifier les contraintes techniques, administratives, organisationnelles et sociales qui influencent la planification
Planning de référence	Comprendre la structure temporelle du projet, les activités, les jalons, les dépendances et les activités critiques
Risques du projet	Repérer les événements incertains susceptibles d'affecter les délais et l'avancement des travaux
Interfaces et coordination	Analyser les interactions entre acteurs, services, organismes externes et activités dépendantes
Suivi et actions correctives	Examiner comment les écarts sont détectés, communiqués et intégrés dans la mise à jour du planning
Maîtrise des délais	Évaluer la contribution de l'intégration des risques à la fiabilité du planning et au pilotage du projet

Source : élaboré par l'auteur à partir du cadre théorique de la recherche.

5.3 Application au projet M54

Dans le cadre du projet M54, le modèle d'analyse sera mobilisé pour examiner les pratiques actuelles de planification, les contraintes rencontrées, les risques susceptibles d'affecter les délais et les modalités de suivi mises en place par les acteurs du projet. L'objectif est de comprendre comment les risques se traduisent dans le planning et comment leur intégration peut contribuer à une meilleure maîtrise de l'avancement.

L'application du modèle au terrain permettra d'analyser plusieurs dimensions :

- la cohérence entre le planning prévisionnel et les contraintes réelles du terrain ;
- la prise en compte des risques techniques, administratifs, organisationnels et sociaux ;
- l'effet des interfaces externes, notamment avec les concessionnaires, le CTC, les fournisseurs et les riverains ;
- la capacité du dispositif de suivi à détecter les écarts et à déclencher des actions correctives ;
- les améliorations possibles pour renforcer la fiabilité du planning.

Ainsi, le modèle d'analyse retenu constitue le lien entre la revue de littérature, le cadre conceptuel et l'analyse empirique. Il permet de garder une cohérence entre la question de recherche, les objectifs, le terrain d'étude et les résultats attendus.

Conclusion du chapitre II

Ce chapitre a permis de construire le cadre théorique et conceptuel qui soutient la recherche. La revue de littérature a montré que la planification des projets a progressivement évolué d'une logique d'ordonnancement technique vers une logique de pilotage intégré. Elle a également mis en évidence l'évolution du management des risques, passé d'une approche ponctuelle de protection à une démarche structurée, intégrée et dynamique.

Le cadre conceptuel a permis de définir les notions essentielles de projet, de management de projet, de planification temporelle et de gestion des risques. Les outils de planification, tels que le WBS, le diagramme de Gantt, la méthode du chemin critique, la méthode PERT et l'analyse des marges, apparaissent indispensables pour structurer et suivre l'exécution d'un projet. Toutefois, leur efficacité dépend de leur capacité à être articulés avec une démarche de gestion des risques.

L'approche ISO 31000 montre que le risque doit être intégré aux processus de décision et de pilotage. Dans les projets de travaux publics, cette intégration est particulièrement importante, car les délais sont exposés à de nombreux aléas techniques, administratifs, organisationnels, sociaux et contractuels. L'intégration de la gestion des risques dans la planification permet ainsi de rendre le planning plus réaliste, plus robuste et plus utile pour la maîtrise du projet.

Le modèle d'analyse retenu servira de base à l'étude empirique du projet M54. Il permettra d'examiner les pratiques de planification, les contraintes observées, les risques affectant les délais et les actions susceptibles d'améliorer la fiabilité du planning et la maîtrise de l'avancement.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1 Présentation de l'enquête de terrain

Dans le cadre de ce mémoire, l'enquête de terrain a constitué une étape centrale de notre démarche de recherche. Elle a permis de confronter les éléments théoriques développés dans le cadre conceptuel à la réalité opérationnelle du projet M54, réalisé par Cosider Travaux Publics dans le cadre de l'extension du métro d'Alger. Étant donné que notre thème porte sur la contribution à l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics, l'enquête n'a pas eu pour objectif de présenter uniquement le projet ou de recenser des difficultés générales. Elle a surtout visé à comprendre comment les risques se manifestaient réellement dans un projet de travaux publics, comment ils influençaient la planification, et dans quelle mesure leur prise en compte pouvait contribuer à améliorer la maîtrise des délais, des coûts et de la qualité.

Le projet M54 a représenté un terrain d'étude particulièrement pertinent pour cette recherche. Il s'agit d'un projet d'extension du métro d'Alger, réalisé pour le compte de l'Entreprise Métro d'Alger, dont le délai de réalisation contractuel est de quarante-quatre mois. Le projet comprend notamment des travaux préparatoires liés aux stations Taleb Abderrahmane, Trois Horloges et Triolet, ainsi que des travaux de génie civil, de gros œuvre, de tunnel et d'ouvrage de ventilation, dont le PV8 avec sa galerie de liaison. Ce type de projet se caractérise par une forte complexité technique, une exécution en milieu urbain dense, la présence de nombreux réseaux existants, des exigences de coordination avec plusieurs parties prenantes et des contraintes administratives, sociales et géotechniques importantes. Ces caractéristiques ont justifié le choix du projet M54 comme cas d'étude, car elles permettent d'observer concrètement le lien entre risques, planification et performance du projet.

L'enquête de terrain s'est inscrite dans une démarche qualitative. Ce choix s'explique par la nature de notre problématique, qui nécessitait de comprendre les perceptions, les expériences et les pratiques des acteurs du projet face aux risques pouvant influencer la planification. L'objectif n'était donc pas uniquement de mesurer des données chiffrées, mais d'analyser les situations vécues sur le terrain, les causes des écarts, les difficultés rencontrées dans l'exécution, ainsi que les réactions mises en place par les responsables du projet. Cette démarche a permis d'obtenir une compréhension approfondie des risques à partir du point de vue des acteurs directement impliqués dans la conduite du projet.

La collecte des données a été réalisée principalement à travers des entretiens semi-directifs et des questionnaires renseignés auprès de responsables intervenant dans différentes fonctions du projet. Les répondants appartiennent à plusieurs services liés au pilotage et à l'exécution du projet, notamment le planning, le contrôle des coûts, les études, la direction technique, le HSE, la qualité, le laboratoire, les approvisionnements, la sous-traitance, la finance et la comptabilité. Cette diversité des profils interrogés a permis d'obtenir une vision globale des risques du projet. En effet, chaque responsable observe les risques à partir de son domaine

d'intervention, mais l'ensemble des réponses permet de faire ressortir des risques transversaux affectant la planification dans son ensemble.

Le guide d'entretien a été construit autour de questions communes permettant d'orienter les échanges vers les éléments les plus importants pour notre recherche. Les questions ont porté sur le rôle de chaque répondant dans le projet, les activités dont il est responsable, les tâches du chemin critique les plus exposées aux retards, les principaux points critiques pouvant impacter les délais, les coûts et la qualité, les risques les plus fréquents, les risques ayant le plus d'impact sur le planning, les réactions adoptées face aux risques, les problèmes liés aux autorisations, aux parties prenantes, aux études et aux approvisionnements, ainsi que l'appréciation du réalisme des délais du planning. Cette structure a permis de recueillir des données comparables entre les différents répondants, tout en laissant à chaque acteur la possibilité de développer les points spécifiques à son service.

En complément des entretiens et questionnaires, notre enquête s'est appuyée sur plusieurs documents internes du projet. Ces documents ont permis de renforcer l'analyse et de mieux situer les réponses des responsables dans le contexte réel du projet. Parmi les documents exploités figurent notamment la fiche d'identification du projet, le rapport des contraintes du projet, l'enquête de satisfaction client externe, la fiche d'action corrective liée au respect des délais, le tableau justificatif des écarts, l'AMDEC du projet, les documents graphiques du tracé et l'organigramme direction–chantier. Ces supports ont apporté des informations importantes sur la consistance du projet, les contraintes rencontrées, les écarts observés, les risques identifiés et les actions engagées pour y répondre.

L'enquête de satisfaction client externe a constitué un élément particulièrement significatif pour notre recherche. Elle a fait apparaître une note de 7/10 pour le critère « respect des délais », considérée comme peu satisfaisante selon la grille de lecture interne. Cette appréciation a donné lieu à une fiche d'action corrective mentionnant explicitement un risque financier lié aux pénalités de retard et aux coûts supplémentaires nécessaires pour rattraper les délais. Ce document a confirmé que la question des délais n'était pas seulement un enjeu théorique ou académique, mais bien une préoccupation réelle du projet M54. Il a également montré que la maîtrise des délais était directement liée à la satisfaction du client, à la réputation de l'entreprise et à la performance globale du projet.

Le rapport des contraintes du projet a également occupé une place importante dans l'enquête. Il a permis d'identifier plusieurs contraintes techniques, administratives et sociales ayant une influence directe sur la planification. Parmi ces contraintes figurent les interférences avec des collecteurs d'assainissement, les réseaux Télécom non cadastrés, les réseaux AEP et gaz, les écarts entre les données géotechniques prévues et les résultats constatés sur le terrain, le retard des rapports CTC, ainsi que l'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au

niveau de la station Triolet. Ces éléments ont permis de relier les propos des répondants à des faits documentés, ce qui renforce la crédibilité de l'analyse.

L'AMDEC a constitué un autre support essentiel de l'enquête. Elle a permis d'aborder les risques selon une logique plus structurée, en associant à chaque cause probable des effets ou conséquences, une probabilité, une gravité et un niveau de risque brut. La grille d'évaluation utilisée distingue les niveaux RB1, RB2, RB3 et RB4, allant du risque mineur ou acceptable jusqu'au risque significatif à contrôler. Dans le cas du projet M54, plusieurs risques apparaissent en RB2 et RB3, ce qui indique que certaines situations ne relèvent pas d'une simple surveillance, mais exigent des actions de maîtrise. Cette lecture a été utile pour hiérarchiser les risques et comprendre lesquels peuvent influencer le plus fortement la planification.

L'enquête a ainsi reposé sur une approche combinant les perceptions des acteurs du terrain, les documents internes du projet et les outils d'analyse des risques. Cette combinaison a permis d'éviter une analyse limitée à un seul type de donnée. Les entretiens ont apporté une compréhension qualitative des difficultés vécues par les responsables; les documents internes ont permis de confirmer et préciser les faits observés; l'AMDEC a fourni une base de hiérarchisation des risques. Cette démarche a été particulièrement adaptée à notre sujet, car l'intégration de la gestion des risques dans la planification nécessite à la fois une compréhension opérationnelle des aléas et une structuration permettant leur prise en compte dans le pilotage du projet.

Dans cette perspective, l'enquête de terrain a permis de faire ressortir une idée centrale : le projet M54 disposait d'un planning contractuel et d'outils de suivi, mais il était confronté à des aléas multiples qui pouvaient réduire la fiabilité de la planification initiale. Les risques identifiés n'étaient pas uniquement techniques; ils étaient également administratifs, sociaux, financiers, organisationnels, contractuels et humains. Cette diversité confirme que la planification d'un projet de travaux publics ne peut pas être limitée à l'ordonnancement des tâches. Elle doit intégrer les risques pouvant affecter les études, les réseaux, les approvisionnements, les autorisations, les parties prenantes, la qualité, la sécurité et les moyens disponibles.

Cadre de limites de l'enquête

Afin de mieux cadrer l'analyse, il est nécessaire de préciser les limites de notre enquête de terrain. Notre travail porte sur le projet M54 en tant que cas d'étude, et plus précisément sur les risques susceptibles d'influencer la planification et la maîtrise des délais dans ce projet. L'étude ne vise donc pas à évaluer l'ensemble des projets de Cosider Travaux Publics, ni l'ensemble du programme d'extension du métro d'Alger. Les résultats obtenus doivent être interprétés dans le contexte spécifique du projet M54, marqué par ses propres contraintes techniques, urbaines, administratives et organisationnelles.

L'étude ne constitue pas non plus un audit complet du système de management de l'entreprise. Elle ne cherche pas à juger la performance globale de Cosider Travaux Publics, mais à analyser comment les risques identifiés dans le projet M54 peuvent affecter la planification et comment leur intégration pourrait améliorer le pilotage du projet. L'objectif est donc essentiellement académique et managérial : comprendre les mécanismes de risque et proposer une lecture permettant de renforcer la planification.

Par ailleurs, l'analyse s'est limitée aux données accessibles dans le cadre de notre stage. Certaines informations peuvent être sensibles, incomplètes ou non communiquées pour des raisons de confidentialité, notamment lorsqu'elles concernent des aspects contractuels, financiers ou décisionnels. Cette limite est normale dans une recherche menée sur un projet réel. Elle n'empêche pas l'analyse, mais elle impose d'interpréter les résultats comme une étude contextualisée, fondée sur les informations disponibles et sur les témoignages des acteurs interrogés.

Enfin, notre recherche ne prétend pas supprimer les risques du projet. Dans un projet de travaux publics, l'incertitude ne peut jamais être totalement éliminée. L'objectif est plutôt de montrer que les risques peuvent être mieux identifiés, évalués, suivis et intégrés dans le planning afin de rendre la planification plus réaliste et plus réactive. Ainsi, l'intégration de la gestion des risques dans la planification est envisagée comme un levier d'amélioration de la maîtrise des délais, et non comme une garantie absolue d'absence de retard.

Ainsi, cette enquête de terrain constitue la base empirique du chapitre III. Elle permet de passer de la réflexion théorique à l'analyse pratique du projet M54, en montrant comment les risques se manifestent dans un projet réel, comment ils affectent la planification et pourquoi leur intégration dans le planning représente un enjeu important pour la maîtrise des projets de travaux publics.

2 Présentation des répondants

L'enquête de terrain réalisée dans le cadre du projet M54 s'est appuyée sur les réponses de responsables occupant des fonctions directement liées à la planification, à l'exécution et à la maîtrise des risques du projet. Le choix de ces répondants n'a pas été fait de manière aléatoire. Il a été orienté par la nature même de notre problématique, qui vise à comprendre comment les risques influencent la planification d'un projet de travaux publics et comment leur intégration peut contribuer à améliorer la maîtrise des délais. Pour cette raison, nous avons ciblé des acteurs capables d'apporter une lecture concrète des risques à partir de leur domaine de responsabilité.

L'organigramme Direction–Chantier du projet M54 confirme la structuration du projet autour de plusieurs fonctions spécialisées : direction du projet, sous-direction technique, sous-

direction travaux, HSE, qualité et laboratoire, approvisionnement et sous-traitance, finance et comptabilité, planning et gestion des contrats, méthodes et études, matériel, déviation des réseaux et responsables de zones d'exécution. Cette organisation montre que le projet repose sur une coordination entre plusieurs services, chacun intervenant sur une dimension particulière du pilotage. Elle justifie également l'intérêt d'interroger des profils variés, car les risques d'un projet de cette envergure ne peuvent pas être compris à partir d'un seul service.

Dans notre enquête, les répondants retenus appartiennent principalement aux fonctions suivantes : planning et contrôle des coûts, direction technique, HSE, qualité/laboratoire, approvisionnement et sous-traitance, finance et comptabilité, ainsi que méthodes et études. Ces profils couvrent les principaux maillons de la chaîne de planification et d'exécution du projet. Ils permettent donc d'obtenir une lecture transversale des risques, depuis leur apparition en phase de préparation jusqu'à leurs effets sur le chantier, les coûts, la qualité et les délais.

Le premier répondant est la responsable planning, contrôle coûts et gestion budgétaire. Elle dispose de seize années d'expérience et occupe une fonction centrale dans le suivi du projet. Son rôle consiste à élaborer le planning contractuel, à suivre l'avancement réel, à comparer les réalisations avec les prévisions, à analyser les écarts et à proposer des mesures correctives. Ce profil est particulièrement important pour notre recherche, car il relie directement la planification, le contrôle des coûts, la gestion budgétaire, le suivi contractuel et l'analyse des risques. À travers ce point de vue, il devient possible de comprendre comment les aléas du terrain se traduisent en écarts de planning et comment le planning peut être utilisé comme outil de pilotage.

Le deuxième répondant est le sous-directeur technique. Son rôle consiste à assurer la coordination et le management technique du projet. Il intervient sur plusieurs volets essentiels, notamment les études, la géotechnique, la topographie, la qualité technique, le suivi documentaire et les choix de méthodes d'exécution. Sa contribution est fondamentale, car elle permet d'analyser les risques liés aux études, aux plans d'exécution, aux données géotechniques, aux contraintes techniques, aux équipements spécialisés et à la faisabilité des solutions proposées. Dans un projet comme M54, où l'exécution dépend fortement de la qualité des informations techniques disponibles en amont, le regard de la direction technique permet de mieux comprendre les causes profondes de certains retards.

Le troisième répondant est le responsable HSE, chargé de la santé, de la sécurité et de l'environnement sur le chantier. Son rôle consiste à assurer la mise en place des procédures HSE, à suivre leur application, à sensibiliser les équipes, à identifier les situations dangereuses et à proposer des actions correctives en cas d'incident ou de non-conformité. Ce profil apporte une lecture spécifique des risques liés à la sécurité, aux accidents de travail, aux arrêts de chantier, aux procédures non appliquées, aux plans de circulation, aux conditions d'intervention et aux contraintes environnementales. Dans un projet de métro, où les travaux peuvent concerner

des espaces souterrains, des engins lourds, des installations électriques et des zones urbaines sensibles, la dimension HSE constitue un facteur important de continuité ou d'interruption de l'exécution.

Le quatrième répondant est le responsable qualité / laboratoire. Son rôle porte sur le contrôle qualité des matériaux, les essais de laboratoire, la vérification des certificats, le suivi des rapports d'inspection, l'enregistrement des non-conformités et le suivi des actions correctives. Ce profil est essentiel pour notre analyse, car il met en évidence les risques liés à la conformité des matériaux, aux essais, aux validations, aux retards fournisseurs, aux certificats manquants et aux produits non conformes. Son apport montre que la qualité n'est pas uniquement une exigence technique; elle représente également une condition de respect du planning. En effet, un matériau non conforme ou un essai non validé peut bloquer une activité, entraîner une reprise et provoquer un glissement du délai.

Le cinquième répondant est le responsable approvisionnement et sous-traitance. Son rôle consiste à gérer les besoins du projet, organiser les approvisionnements, suivre les commandes et les livraisons, coordonner les fournisseurs et sous-traitants, et veiller à la disponibilité des ressources nécessaires à l'exécution. Son point de vue permet d'analyser les risques liés aux retards de livraison, aux ruptures de stock, à la dépendance vis-à-vis de certains fournisseurs, aux prestations sous-traitées, aux validations techniques et aux clauses contractuelles. Ce profil est particulièrement pertinent, car les approvisionnements et la sous-traitance constituent des conditions essentielles de réalisation des tâches planifiées. Un planning peut être cohérent dans sa logique, mais difficilement applicable si les ressources prévues ne sont pas disponibles au moment nécessaire.

Le sixième répondant est le responsable finance et comptabilité. Son rôle ne se limite pas à la tenue comptable; il comprend également le suivi financier du projet, le contrôle des dépenses, des avances, des flux financiers, des pièces justificatives et des clauses contractuelles ayant un impact financier. Ce profil permet d'élargir l'analyse des risques au-delà des aspects techniques et opérationnels. Il met en évidence les risques juridiques, contractuels, financiers et humains pouvant influencer le projet, tels que les retards de paiement, les litiges, les clauses peu claires, les tensions avec les partenaires, les ruptures d'approvisionnement ou les déséquilibres de trésorerie. Cette contribution montre que certains retards peuvent provenir de facteurs financiers ou contractuels, et non uniquement de problèmes d'exécution.

Le septième répondant est le responsable des études, rattaché au service méthodes et études. Son rôle consiste à assurer la coordination entre le bureau d'études externe et le chantier, à collecter les données initiales, à vérifier et interpréter les plans, à participer à l'élaboration du phasage des travaux, à transmettre les dossiers pour validation et à établir les plans As-Built à la fin des travaux. Ce profil occupe une place importante dans notre enquête, car les études constituent un préalable direct à l'exécution. Les données d'entrée erronées, les plans

incomplets, les réseaux souterrains mal répertoriés, les contraintes géologiques inattendues ou les modifications d'études en cours de route peuvent provoquer des blocages et créer des retards en cascade sur le planning.

La diversité des répondants a permis de recueillir des informations complémentaires sur les mêmes problématiques. Le service planning a surtout mis en évidence les effets des risques sur le chemin critique, les écarts et le respect des délais. La direction technique et le service études ont insisté sur la dépendance de l'exécution vis-à-vis des études, des plans, des données géotechniques et des validations. Le HSE a montré que la sécurité pouvait conditionner le démarrage ou la continuité de certaines tâches. La qualité et le laboratoire ont attiré l'attention sur les matériaux, les essais, les certificats et les non-conformités. L'approvisionnement a mis l'accent sur les fournisseurs, les sous-traitants et les délais de livraison. La finance a apporté une lecture contractuelle, juridique et budgétaire des risques.

Cette complémentarité est importante, car elle montre que les risques du projet M54 sont transversaux. Ils ne relèvent pas d'un seul service ni d'une seule catégorie. Un retard d'étude peut affecter le planning, bloquer l'exécution, modifier les besoins d'approvisionnement et générer des coûts supplémentaires. Une non-conformité qualité peut provoquer une reprise, retarder l'activité concernée et augmenter les dépenses. Un problème contractuel peut perturber un fournisseur et provoquer une rupture d'approvisionnement. Un retard d'autorisation peut immobiliser une équipe déjà prête à intervenir. Ainsi, chaque fonction interrogée permet de comprendre une partie du risque, mais c'est leur mise en relation qui donne une vision globale de l'exposition du projet.

La présentation des répondants montre donc que l'enquête repose sur une population cohérente avec l'objet de recherche. Les personnes interrogées occupent des postes en lien direct avec les risques susceptibles d'influencer la planification du projet M54. Elles disposent d'une connaissance pratique du terrain et interviennent dans les processus de préparation, d'exécution, de contrôle, de coordination ou de décision. Leurs réponses constituent ainsi une base empirique pertinente pour identifier les risques majeurs du projet, analyser leurs impacts sur les délais, les coûts et la qualité, puis discuter l'apport d'une meilleure intégration de la gestion des risques dans la planification.

Le tableau suivant présente de manière synthétique les répondants exploités dans cette enquête :

TAB. 4 : Synthèse des répondants de l'enquête

Répondant	Fonction / service	Apport principal à l'analyse
Responsable planning, contrôle coûts et gestion budgétaire	Planning et contrôle coûts	Suivi du planning, analyse des écarts, chemin critique, actions correctives
Sous-directeur technique	Direction technique	Études, faisabilité technique, géotechnique, topographie, coordination technique
Responsable HSE	Santé, sécurité et environnement	Sécurité, accidents, arrêts de chantier, procédures, prévention
Responsable qualité / laboratoire	Qualité, contrôle qualité et laboratoire	Matériaux, essais, certificats, non-conformités, reprises
Responsable approvisionnement et sous-traitance	Approvisionnement et sous-traitance	Fournisseurs, livraisons, ruptures de stock, sous-traitants, ressources
Responsable finance et comptabilité	Finance et comptabilité	Risques financiers, contractuels, juridiques, paiement, coûts
Responsable des études	Méthodes et études	Plans, données d'entrée, phasage, validations, études d'exécution

Source : élaboré par l'auteur à partir des données de l'enquête de terrain.

Ainsi, les répondants retenus ont permis de couvrir les principaux angles d'analyse nécessaires à notre mémoire. Leur diversité fonctionnelle constitue un élément de fiabilité pour l'étude, car elle permet de confronter plusieurs perceptions du même projet et de faire ressortir les risques qui reviennent de manière récurrente dans les différents services. Cette base sera mobilisée dans les sections suivantes afin d'identifier les risques majeurs du projet M54 et d'analyser leurs effets sur la planification.

3 Démarche d'analyse

Après la collecte des données de terrain, nous avons procédé à une analyse qualitative des informations recueillies afin de répondre à notre problématique de recherche. Cette démarche a été construite de manière progressive, en partant des entretiens et questionnaires renseignés, puis en les mettant en relation avec les documents internes du projet M54, notamment l'AMDEC, le rapport des contraintes du projet, l'enquête de satisfaction client externe, la fiche d'action corrective, le tableau justificatif des écarts, la fiche d'identification du projet et

l'organigramme Direction–Chantier. L'objectif n'était pas seulement de décrire les risques rencontrés, mais de comprendre leur rôle dans la planification du projet et leurs effets sur les délais, les coûts et la qualité.

La démarche d'analyse adoptée a reposé sur une logique thématique. Les réponses des responsables interrogés ont d'abord été relues attentivement afin de repérer les idées principales, les risques récurrents, les exemples concrets cités par les acteurs et les liens établis entre les aléas et le planning. Cette première lecture a permis de distinguer les informations descriptives, relatives aux rôles et responsabilités des répondants, des informations analytiques, relatives aux causes de retard, aux contraintes de terrain, aux points critiques du projet et aux actions de maîtrise proposées.

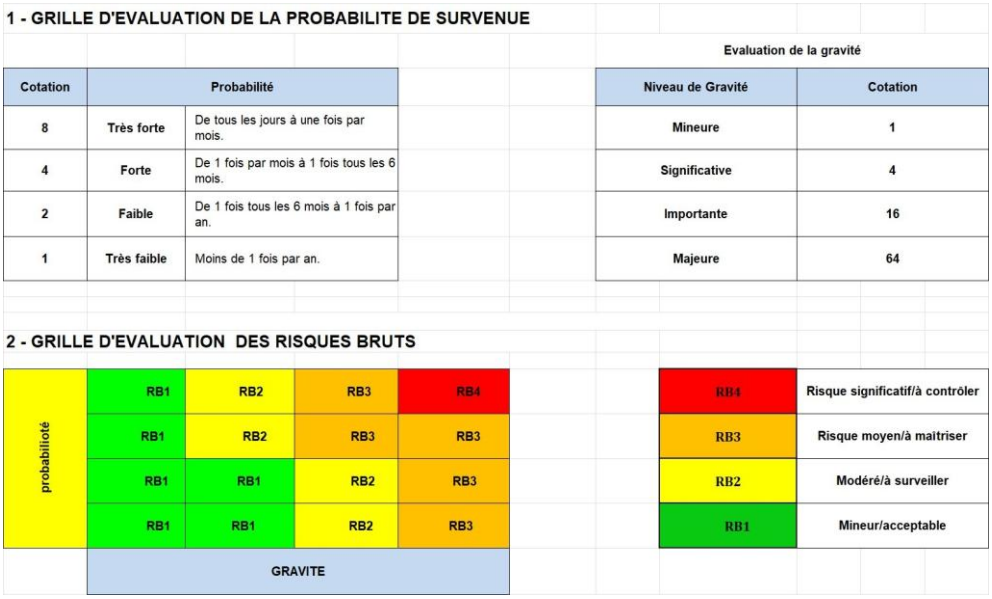
Dans un premier temps, les données ont été classées selon les grands thèmes issus du guide d'entretien. Ces thèmes concernaient principalement les tâches du chemin critique les plus exposées aux retards, les risques affectant le plus souvent le travail des responsables, les risques ayant le plus d'impact sur le planning, les points critiques pouvant influencer les délais, les coûts et la qualité, les problèmes liés aux autorisations, aux parties prenantes, aux études et aux approvisionnements, ainsi que les réactions mises en œuvre lorsque les risques apparaissaient. Ce classement a permis de structurer les informations recueillies et d'éviter une présentation dispersée des réponses.

Dans un deuxième temps, nous avons procédé à une analyse transversale des réponses. Cette étape a consisté à comparer les points de vue des différents responsables afin d'identifier les risques communs et les spécificités propres à chaque fonction. Par exemple, les risques liés aux études ont été fortement soulignés par la direction technique et le responsable des études, tandis que les risques liés aux réseaux existants et aux autorisations ont été particulièrement associés à la planification et au phasage des travaux. Les risques d'approvisionnement ont été mis en avant par le responsable approvisionnement, mais ils ont également été confirmés par les responsables qualité et finance, ce qui montre leur caractère transversal. De la même manière, les risques HSE ont été analysés comme des facteurs pouvant provoquer des arrêts d'activité et donc influencer indirectement le planning.

Cette analyse transversale a été nécessaire parce que les risques d'un projet de travaux publics ne restent pas limités à un seul service. Un risque identifié par le service études peut produire un effet sur le planning; un risque détecté par le laboratoire peut entraîner une reprise et donc un retard ; un problème financier ou contractuel peut perturber un fournisseur et provoquer une rupture d'approvisionnement; une non-conformité HSE peut suspendre une activité jusqu'à la mise en place d'actions correctives. L'analyse a donc été menée en considérant les risques comme des éléments interdépendants, capables de se propager d'un service à un autre et d'affecter plusieurs dimensions du projet à la fois.

Dans un troisième temps, les résultats des entretiens ont été rapprochés des éléments contenus dans l'AMDEC du projet. L'AMDEC a permis d'apporter une lecture plus formalisée des risques, à travers l'identification des causes probables, des effets ou conséquences, de la probabilité de survenue, de la gravité et du niveau de risque brut. La grille utilisée distingue les niveaux RB1, RB2, RB3 et RB4. Les risques classés RB1 sont considérés comme mineurs ou acceptables ; les risques RB2 sont modérés et doivent être surveillés ; les risques RB3 sont des risques à maîtriser ; les risques RB4 sont des risques significatifs à contrôler en priorité. Cette échelle a permis de hiérarchiser les risques et de distinguer ceux qui nécessitaient une attention particulière dans l'analyse.

FIg. 7 : Grilles d'évaluation de la probabilité, de la gravité et du niveau de risque brut



1 - GRILLE D'EVALUATION DE LA PROBABILITE DE SURVENUE

Cotation	Probabilité	
8	Très forte	De tous les jours à une fois par mois.
4	Forte	De 1 fois par mois à 1 fois tous les 6 mois.
2	Faible	De 1 fois tous les 6 mois à 1 fois par an.
1	Très faible	Moins de 1 fois par an.

Evaluation de la gravité

Niveau de Gravité	Cotation
Mineure	1
Significative	4
Importante	16
Majeure	64

2 - GRILLE D'EVALUATION DES RISQUES BRUTS

probabilioté				
	RB1	RB2	RB3	RB4
	RB1	RB2	RB3	RB3
	RB1	RB1	RB2	RB3
	RB1	RB1	RB2	RB3
	GRAVITE			

RB4	Risque significatif/à contrôler
RB3	Risque moyen/à maitriser
RB2	Modéré/à surveiller
RB1	Mineur/acceptable

Source : document interne du projet M54, COSIDER Travaux Publics

Le rapprochement avec l'AMDEC a été utile pour renforcer l'interprétation des données de terrain. Certains risques évoqués par les responsables apparaissaient également dans l'AMDEC, ce qui confirmait leur importance. C'est notamment le cas des risques liés aux réseaux existants, aux contraintes techniques, à la non-disponibilité des plans chez certains concessionnaires, aux approvisionnements, aux offres non conformes, à la mauvaise planification, au manque de coordination, aux ressources insuffisantes, aux problèmes financiers ou encore aux non-conformités. L'AMDEC a également permis de repérer les risques ayant un niveau de criticité élevé, notamment ceux classés en RB3, afin de les intégrer comme éléments prioritaires dans l'identification des risques majeurs.

Dans un quatrième temps, les résultats ont été complétés par l'exploitation des documents internes du projet. La fiche d'identification du projet a permis de rappeler la consistance du projet, son délai contractuel, son montant et les principaux ouvrages concernés. Le rapport

des contraintes du projet a apporté des informations détaillées sur les contraintes techniques, administratives et sociales rencontrées sur le terrain, notamment les interférences avec les collecteurs d'assainissement, les réseaux non cadastrés, les écarts géotechniques, les retards liés au CTC et l'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton. L'enquête de satisfaction client externe et la fiche d'action corrective ont, quant à elles, confirmé que le respect des délais constituait un point de vigilance important, en raison d'une note jugée peu satisfaisante et de l'existence d'un risque financier lié aux pénalités de retard et aux coûts supplémentaires nécessaires au rattrapage.

Le tableau justificatif des écarts a également été pris en considération dans la lecture globale du projet, car il montre l'existence d'écarts entre les prévisions et l'avancement réel de certaines activités. Ce type de document a permis de relier les risques identifiés à leurs conséquences concrètes sur le planning. De son côté, l'organigramme Direction–Chantier a permis de mieux comprendre la structure du projet et les responsabilités des acteurs interrogés. Il a également montré que le projet M54 reposait sur une organisation composée de plusieurs services spécialisés, ce qui explique la nécessité d'une analyse transversale des risques.

Dans un cinquième temps, l'analyse a été orientée par les apports du cadre conceptuel. Celui-ci a montré que la planification temporelle ne devait pas être considérée comme un simple calendrier, mais comme un outil de pilotage, de coordination et de maîtrise du projet. Il a également montré que la gestion des risques devait être intégrée aux processus de décision et de planification, afin d'anticiper les aléas et de limiter leurs effets sur les objectifs du projet. À partir de cette base, les données de terrain ont été analysées non seulement pour identifier les risques, mais aussi pour comprendre si ces risques étaient suffisamment intégrés dans la planification du projet M54.

Cette mise en relation entre le terrain et le cadre conceptuel a permis de dépasser une analyse purement descriptive. Il ne s'agissait pas uniquement de constater que le projet rencontrait des retards ou des contraintes, mais de comprendre pourquoi ces contraintes apparaissaient, comment elles affectaient le planning, quelles fonctions étaient concernées, et quelles actions pouvaient permettre de mieux les maîtriser. La démarche d'analyse a donc cherché à montrer où le projet M54 confirmait les enseignements théoriques sur la nécessité d'intégrer les risques dans la planification, et où il révélait encore des limites dans cette intégration.

Dans cette logique, certains cas observés sur le terrain ont été traités comme des illustrations significatives des risques étudiés. L'exemple du collecteur d'assainissement non répertorié rencontré lors de la réalisation d'un pieu a notamment permis de comprendre de manière concrète l'impact d'un réseau enterré non identifié sur l'exécution. Ce cas a montré qu'une information insuffisante sur les réseaux existants pouvait entraîner l'arrêt des travaux, une consommation supplémentaire de matériaux, une inspection technique, une modification de l'implantation de l'ouvrage et un impact direct sur les délais et les coûts. Ce type d'exemple a

renforcé l'analyse, car il donne une traduction concrète des risques identifiés dans les entretiens et dans l'AMDEC. La démarche d'analyse a donc suivi une progression logique. Elle a d'abord permis de présenter le terrain et les répondants, puis d'organiser les données recueillies, d'identifier les risques majeurs, d'analyser leurs impacts sur les délais, les coûts et la qualité, de comparer les perceptions des responsables interrogés, et enfin de discuter l'apport de l'intégration de la gestion des risques dans la planification. Cette progression est conforme à l'objectif du chapitre III, qui est de présenter les résultats de l'enquête et de les discuter en lien avec la problématique du mémoire.

Enfin, cette démarche a été conduite avec une attention particulière à la cohérence entre les données de terrain, l'analyse et les objectifs de recherche. Les résultats présentés dans les sections suivantes ne doivent donc pas être compris comme une simple accumulation de risques, mais comme une lecture structurée de la manière dont ces risques influencent la planification du projet M54. L'analyse a ainsi permis de montrer que la maîtrise des délais ne dépend pas uniquement de l'existence d'un planning, mais aussi de la capacité du projet à intégrer les risques dans ce planning, à les suivre, à les hiérarchiser et à prévoir des actions de maîtrise adaptées.

4 Identification des risques majeurs du projet M54

L'identification des risques majeurs du projet M54 constitue une étape déterminante dans notre analyse, car elle permet de comprendre les facteurs qui peuvent affecter la planification du projet et compromettre la maîtrise des délais. Dans le cadre de cette recherche, le risque n'est pas abordé comme un événement isolé, mais comme un élément pouvant perturber l'enchaînement des activités, modifier les méthodes d'exécution, créer des surcoûts, générer des non-conformités ou retarder la prise de décision. Cette section vise donc à identifier les risques les plus significatifs observés dans le projet M54, en tenant compte à la fois des perceptions des responsables interrogés, des contraintes documentées du projet et de l'évaluation formalisée des risques à travers l'AMDEC.

L'analyse des données recueillies fait ressortir que les risques majeurs du projet M54 ne relèvent pas d'une seule catégorie. Ils sont à la fois techniques, géotechniques, administratifs, sociaux, organisationnels, contractuels, financiers, HSE et liés aux approvisionnements. Cette diversité est directement liée à la nature du projet, qui est réalisé en milieu urbain dense et qui implique plusieurs ouvrages, plusieurs interfaces et plusieurs parties prenantes. La fiche d'identification du projet montre que la consistance des travaux comprend des travaux préparatoires au niveau des stations Taleb Abderrahmane, Trois Horloges et Triolet, ainsi que des travaux de génie civil, de tunnel et d'ouvrage de ventilation, notamment le PV8 avec sa galerie de liaison. Ce périmètre explique l'exposition du projet à des risques multiples,

notamment ceux liés aux réseaux existants, aux études, aux reconnaissances géotechniques, aux validations externes et à la coordination entre les services.

L'AMDEC du projet permet de hiérarchiser ces risques selon leur probabilité de survenue, leur gravité et leur niveau de risque brut. Les niveaux RB1, RB2, RB3 et RB4 permettent de distinguer les risques mineurs ou acceptables, les risques modérés à surveiller, les risques à maîtriser et les risques significatifs à contrôler. Dans le cas du projet M54, plusieurs risques ressortent avec des niveaux RB2 et surtout RB3, ce qui indique que le projet est exposé à des risques qui ne peuvent pas être simplement observés, mais qui doivent faire l'objet d'actions de maîtrise. Cette lecture est importante, car elle montre que la planification ne peut pas se limiter à organiser les activités dans le temps; elle doit intégrer les risques susceptibles de perturber ces activités.

4.1 Les risques liés aux études et à la préparation technique

Le premier groupe de risques majeurs concerne les études et la préparation technique. Dans un projet de travaux publics, les études constituent un préalable indispensable à l'exécution. Elles permettent de définir les méthodes, les plans, les phasages, les hypothèses géotechniques, les interfaces et les conditions d'intervention. Dans le projet M54, cette phase apparaît comme particulièrement sensible, car plusieurs activités dépendent directement de la disponibilité et de la fiabilité des études d'exécution.

Les responsables interrogés ont fortement insisté sur ce point. La direction technique considère que les retards d'études peuvent bloquer toute la chaîne d'exécution, car les travaux ne peuvent pas avancer correctement sans plans validés, données techniques fiables et choix méthodologiques arrêtés. Le responsable des études confirme cette analyse en expliquant que la phase des études dépend elle-même d'acteurs externes, notamment le bureau d'études, les concessionnaires et les organismes de validation. Lorsque les données d'entrée sont incomplètes ou imprécises, les équipes sont obligées de reprendre certains documents, de modifier les phasages ou de réadapter les solutions techniques au terrain.

Le rapport des contraintes du projet confirme cette vulnérabilité. Il met en évidence plusieurs situations dans lesquelles les données initiales ou les hypothèses de conception ont nécessité des révisions. La campagne géotechnique complémentaire, par exemple, a révélé des écarts entre les données issues de l'Avant-Projet Détaillé et les résultats constatés sur site. Ces écarts ont eu des conséquences sur les méthodes constructives, les dispositifs de drainage et les hypothèses de stabilité. Au niveau du PV8, les résultats de sondage ont notamment montré une nappe phréatique à une profondeur différente de celle prévue, ce qui a nécessité une adaptation des solutions techniques. Ce type d'écart montre que le risque d'étude n'est pas seulement un

retard administratif ou documentaire; il peut modifier les conditions mêmes d'exécution du projet.

L'AMDEC rejoint cette lecture en identifiant plusieurs risques liés aux études, tels que la réalisation des études de manière contradictoire avec les exigences légales, la réalisation des études sans accord avec les exigences légales, ou encore les contraintes techniques liées à la réalisation des travaux. Certains de ces risques sont classés en RB3, ce qui confirme leur importance. Les actions de maîtrise proposées, comme le respect des exigences légales, l'application des procédures, la revue de la planification et l'établissement de nouveaux plans d'exécution, montrent que la fiabilité des études est directement liée à la fiabilité du planning.

Ainsi, les risques liés aux études et à la préparation technique constituent une famille majeure, car ils apparaissent en amont du chantier et influencent l'ensemble des activités suivantes. Une étude retardée, incomplète ou non adaptée au terrain peut entraîner des retards d'exécution, des reprises de conception, des modifications de méthodes et des décalages dans le planning.

4.2 Les risques liés aux réseaux existants et aux ouvrages non répertoriés

Le deuxième groupe de risques majeurs concerne les réseaux existants et les ouvrages enterrés non répertoriés. Ce risque est particulièrement important dans le projet M54, car le tracé traverse un environnement urbain dense, caractérisé par la présence de réseaux d'assainissement, d'eau potable, de gaz, d'électricité et de télécommunication. Même lorsque des plans sont disponibles, ils ne reflètent pas toujours la réalité du terrain. Cette situation crée une incertitude importante pour la planification et pour l'exécution.

Le rapport des contraintes du projet apporte plusieurs exemples précis. Il mentionne notamment le collecteur M'Kacel, les collecteurs d'assainissement Lazerges et Guillemin, les réseaux Télécom non cadastrés, le réseau AEP au niveau de la station Taleb Abderrahmane et les réseaux gaz interférant avec la station. Ces contraintes montrent que les réseaux existants ne constituent pas un risque général ou abstrait, mais une difficulté concrète rencontrée dans plusieurs zones du projet. La découverte ou la mauvaise localisation d'un réseau peut entraîner une interruption des travaux, une modification de la conception, une étude de déviation, une coordination supplémentaire avec les concessionnaires et un retard sur les activités concernées.

Les entretiens confirment fortement cette importance. La responsable planning considère les réseaux existants comme l'un des risques ayant le plus d'impact sur le planning. Le responsable des études a également souligné que les réseaux souterrains mal répertoriés ou les données d'entrée erronées pouvaient provoquer des modifications importantes en phase d'exécution. Ces éléments montrent que la présence de réseaux non identifiés affecte directement le chemin critique, surtout lorsque les travaux ne peuvent pas continuer avant clarification ou déviation du réseau concerné.

L'AMDEC confirme également cette catégorie de risques. La non prise en charge des plans entre le projet et les réseaux électriques et gaziers existants apparaît comme l'un des risques les plus critiques, avec un niveau de risque brut très élevé. Elle identifie aussi la non-disponibilité des plans chez certains concessionnaires. Les moyens de maîtrise proposés portent sur la détection des réseaux, les campagnes de reconnaissance, les fouilles de reconnaissance, la mise en évidence des interférences et l'établissement d'études de déviation. Ces actions montrent que la maîtrise de ce risque doit être intégrée dès la phase de préparation du planning.

Cas observé : impact d'un réseau non répertorié sur la réalisation d'un pieu

Dans le cadre du projet M54, un cas observé sur le terrain illustre clairement l'impact que peuvent avoir les réseaux enterrés non répertoriés sur la planification et l'exécution des travaux. Lors des opérations de forage destinées à la réalisation d'un pieu, l'équipe d'exécution a rencontré un collecteur d'assainissement de grande dimension qui n'était pas clairement identifié dans les informations disponibles au moment des travaux.

Cette situation traduit une insuffisance dans la fiabilité des données relatives aux réseaux existants. Après le forage, l'opération de bétonnage a été engagée. Cependant, malgré le coulage d'une quantité importante de béton, le niveau ne montait pas normalement. Cette anomalie a alerté les responsables du chantier et a conduit à l'arrêt des travaux. Après vérification, il a été constaté que le béton s'infiltrait dans le collecteur d'assainissement touché lors du forage.

Une inspection a ensuite été réalisée à l'intérieur du collecteur à partir d'un accès situé à proximité de la station. Après analyse de la situation, la décision a été prise de modifier légèrement l'emplacement du pieu afin d'éviter l'interférence avec l'ouvrage d'assainissement. Après ce déplacement, les travaux de forage et de réalisation du pieu ont pu reprendre sans rencontrer le même problème.

Ce cas met en évidence l'importance de l'identification préalable des réseaux enterrés avant le lancement des travaux. Il montre également qu'un réseau non répertorié peut entraîner un arrêt de chantier, une consommation supplémentaire de matériaux, une modification de la méthode d'exécution, une reprise de la planification locale et un impact direct sur les délais et les coûts du projet.

4.3 Les risques géotechniques et les contraintes du terrain

Le troisième groupe de risques majeurs concerne les contraintes géotechniques et les conditions réelles du terrain. Dans le projet M54, ces risques sont particulièrement importants parce que les travaux comprennent des ouvrages souterrains, des tunnels, des stations et un puits de ventilation. Les conditions du sol, la présence d'eau, la stabilité des bâtiments avoisinants et les caractéristiques géologiques influencent directement les méthodes d'exécution et les dispositifs de sécurité.

Le rapport des contraintes du projet indique que la campagne de reconnaissance géotechnique complémentaire a été impactée par le retard du sous-traitant LCTP. Ce point est important, car les reconnaissances géotechniques sont nécessaires pour confirmer ou corriger les hypothèses de conception. Le retard de cette campagne a donc eu un effet direct sur la fiabilité des études et sur la capacité du projet à anticiper les contraintes du terrain.

Les résultats géotechniques ont également montré des écarts entre les données prévues et les données constatées sur site. Au niveau de la station Taleb Abderrahmane, la nature des sols et le niveau de la nappe phréatique ont révélé des différences par rapport aux indications initiales. Au niveau du PV8, les résultats de sondage ont identifié une nappe dans une couche sableuse perméable à une profondeur plus défavorable que prévu. Ces éléments ont nécessité des adaptations techniques, notamment en matière de drainage, de pompage et de contrôle renforcé.

L'AMDEC identifie elle aussi les contraintes techniques liées à la réalisation des travaux, en mentionnant notamment la géologie et le milieu urbain délicat. Ce risque est classé en RB3, ce qui confirme son importance. Les moyens de maîtrise proposés, comme la revue de la planification et l'établissement de nouveaux plans d'exécution, montrent que les risques géotechniques doivent être intégrés dans le planning, car ils peuvent modifier les durées, les méthodes et l'ordre des activités.

Les risques géotechniques sont donc majeurs parce qu'ils peuvent remettre en question certaines hypothèses initiales et imposer des ajustements techniques. Ils confirment que la planification d'un projet souterrain ne peut pas être totalement figée dès le départ; elle doit rester adaptable aux résultats des reconnaissances et aux conditions réellement rencontrées sur le terrain.

4.4 Les risques liés aux sous-traitants et aux approvisionnements

Le quatrième groupe de risques majeurs concerne les sous-traitants, les fournisseurs et les approvisionnements. Ce risque est particulièrement important dans le projet M54, car certaines activités critiques dépendent de prestations externes ou de la disponibilité de ressources spécifiques. Lorsqu'un sous-traitant ne respecte pas ses engagements, lorsqu'un fournisseur tarde à livrer ou lorsqu'un produit n'est pas disponible, le planning peut être directement affecté.

Le cas du sous-traitant LCTP illustre clairement cette situation. La fiche d'action corrective mentionne la défaillance du sous-traitant LCTP comme l'une des causes principales liées au problème de respect des délais. Les documents internes indiquent également que le contrat conclu avec le LCTP pour les sondages de reconnaissance a fait l'objet d'une résiliation aux torts exclusifs du sous-traitant. Ce cas montre que le risque de sous-traitance peut avoir un

impact direct sur les études, sur les reconnaissances géotechniques et, par conséquent, sur la planification globale du projet.

Les approvisionnements représentent également un risque important. Le responsable approvisionnement a identifié les retards de livraison, les ruptures de stock, les approvisionnements à long délai, les validations techniques et les défaillances de sous-traitance comme des facteurs pouvant perturber les tâches critiques. Le responsable qualité a, de son côté, insisté sur la disponibilité des matériaux, les produits non conformes, les certificats manquants et les essais nécessaires avant utilisation. Le responsable finance a également souligné que les problèmes de paiement, les litiges contractuels et les clauses mal définies pouvaient affecter les relations avec les fournisseurs et perturber l'approvisionnement.

L'AMDEC confirme cette famille de risques en mentionnant les offres ne répondant pas aux exigences des cahiers des charges, le dépôt d'une seule offre, le champ de consultation limité, l'indisponibilité du produit chez les fournisseurs habituels, le non-respect des caractéristiques du produit dans les demandes d'approvisionnement, ainsi que la faible trésorerie. Plusieurs de ces risques sont classés en RB2 ou RB3. Les actions de maîtrise proposées consistent notamment à élargir le champ de consultation, consulter les listes de fournisseurs qualifiés, préciser les caractéristiques des produits, diversifier les fournisseurs et planifier les contrats et les besoins.

Ces risques sont majeurs parce qu'ils conditionnent la disponibilité réelle des ressources nécessaires à l'exécution. Un planning peut être cohérent dans sa logique, mais devenir difficilement applicable si les matériaux, les équipements, les sous-traitants ou les moyens financiers ne sont pas disponibles au moment prévu.

4.5 Les risques administratifs et liés aux parties prenantes externes

Le cinquième groupe de risques majeurs concerne les autorisations, les validations administratives, les rapports techniques et les parties prenantes externes. Dans le projet M54, certaines activités ne peuvent pas être engagées sans accord préalable, sans visa, sans rapport ou sans coordination avec des organismes externes. Ces éléments représentent des contraintes importantes pour la planification, car leurs délais ne dépendent pas entièrement de l'entreprise.

Le rapport des contraintes du projet met en évidence le cas des rapports CTC. La campagne de diagnostic des bâtiments situés dans la zone d'influence du projet a été réalisée en collaboration avec le CTC, mais les rapports n'ont pas été transmis intégralement dans les délais attendus. Le rapport indique que huit mois après la fin des visites, seuls 65 rapports sur 87 avaient été reçus, avec 337 logements non visités et 28 refus d'accès. Cette situation a entraîné un retard dans l'analyse finale de l'état structurel des bâtiments et dans la prise de décision relative aux mesures préventives et aux interventions nécessaires.

Ce risque est particulièrement important parce qu'il touche à la sécurité des ouvrages avoisinants et à la prévention des dommages pouvant résulter des travaux. Dans un projet souterrain en milieu urbain, l'état des bâtiments situés dans la zone d'influence est un élément essentiel de décision. Le retard des rapports CTC peut donc bloquer ou retarder certaines mesures préventives, et par conséquent influencer le planning.

Les entretiens confirment également l'importance des autorisations et des parties prenantes externes. Le responsable des études a mentionné des retards liés aux autorisations de voirie, parfois influencés par des événements publics. Le responsable HSE a souligné que certaines activités ne pouvaient pas être lancées sans validation ou autorisation préalable. Le service planning a également mis en évidence la dépendance de certaines tâches vis-à-vis des concessionnaires et d'organismes externes.

L'AMDEC mentionne plusieurs risques de même nature, comme les problèmes administratifs, la mauvaise maîtrise de l'application de la réglementation, la non prise en charge des demandes pertinentes, le non-respect des clauses contractuelles et le manque de communication avec les prestataires externes. Ces risques ne sont pas toujours les plus visibles, mais ils peuvent produire des blocages importants lorsqu'ils conditionnent le démarrage ou la poursuite d'une activité.

4.6 Les risques sociaux et environnementaux

Le sixième groupe de risques concerne les contraintes sociales et environnementales. Le projet M54 est réalisé en milieu urbain, à proximité d'habitations, de commerces, de voies de circulation et d'activités quotidiennes. Cette situation rend les travaux sensibles aux réactions des riverains, aux nuisances physiques et aux contraintes d'occupation de l'espace.

Le rapport des contraintes du projet mentionne un cas significatif : l'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet. L'acheminement des équipements a été interrompu en raison de cette opposition, empêchant la mise en place de la centrale qui devait assurer l'approvisionnement du chantier en béton. Cette situation a conduit à une délocalisation vers le site de la carrière Jaubert, avec une autorisation d'occupation obtenue ultérieurement. Ce cas montre que les risques sociaux peuvent avoir un impact direct sur l'approvisionnement, le planning et l'organisation du chantier.

L'AMDEC identifie également plusieurs risques liés aux nuisances physiques, notamment le bruit, la poussière, les vibrations et l'éclairage. Ces nuisances sont particulièrement importantes dans un projet de métro réalisé en zone urbaine, parfois avec des activités nocturnes. Les actions de maîtrise proposées portent sur l'arrosage, la couverture des groupes électrogènes, la modification de la position des projecteurs, la limitation des activités bruyantes et la mesure des paramètres de nuisances. Ces actions montrent que la gestion des contraintes sociales et

environnementales doit être intégrée à la planification, car elle peut influencer les horaires, les méthodes d'exécution et les relations avec les riverains.

Les risques sociaux et environnementaux sont donc majeurs parce qu'ils peuvent perturber l'organisation du chantier même lorsque les conditions techniques sont réunies. Ils montrent que la planification doit tenir compte non seulement des tâches techniques, mais aussi de l'acceptabilité du chantier dans son environnement.

4.7 Les risques liés à la qualité, aux non-conformités et à la conformité normative

Le septième groupe de risques majeurs concerne la qualité, les non-conformités et la conformité normative. Dans un projet de travaux publics, la qualité conditionne la continuité de l'exécution. Un matériau non conforme, un essai non validé, un défaut de conception ou une procédure mal appliquée peut entraîner des reprises, des contrôles supplémentaires, des retards et des coûts additionnels.

Les responsables qualité et technique ont souligné l'importance de cette dimension. Les risques cités concernent notamment la conformité des matériaux, la disponibilité des certificats, les résultats d'essais, les reprises éventuelles et le respect des exigences techniques. Le responsable HSE a également rappelé que les non-conformités peuvent provoquer des arrêts ou imposer des actions correctives avant la reprise des travaux.

Le rapport des contraintes du projet met aussi en évidence un risque lié à la ventilation du tronçon Bab El Oued. Il indique que les études de ventilation présentent certaines insuffisances, notamment l'absence de prise en compte du mode congestionné et un risque de non-conformité en mode désenfumage. Des adaptations ont été recommandées afin d'assurer une ventilation conforme et sécuritaire. Ce point est important, car il montre que la conformité normative peut influencer les études détaillées et retarder certaines validations si elle n'est pas correctement intégrée en amont.

L'AMDEC mentionne plusieurs risques liés à la qualité et aux procédures : non-respect des caractéristiques des produits dans les demandes d'approvisionnement, mauvaise manutention, mauvais stockage, non-respect des procédures environnementales, non-application des procédures et non-maîtrise des activités. Certains de ces risques sont classés en RB2 ou RB3, ce qui confirme qu'ils doivent être maîtrisés.

Ces risques sont majeurs parce qu'ils peuvent produire des effets en chaîne. Une non-conformité peut entraîner une reprise ; la reprise entraîne un retard ; le retard peut générer un coût supplémentaire. Cela confirme que la qualité doit être intégrée à la planification à travers les essais, les contrôles, les validations et les actions correctives.

4.8 Les risques HSE, humains et organisationnels

Le dernier groupe de risques concerne les dimensions HSE, humaines et organisationnelles. Dans le projet M54, les travaux peuvent impliquer des situations à risque : travaux souterrains, engins, circulation sur chantier, manutention, zones urbaines contraintes, interventions proches de réseaux et exposition aux nuisances. Ces éléments peuvent affecter la sécurité des travailleurs, la continuité des activités et la qualité d'exécution.

Le responsable HSE a mis en avant les risques liés aux accidents de travail, à la mauvaise application des procédures, aux comportements humains, aux défaillances techniques, au manque de formation et à la circulation sur chantier. Ces risques peuvent entraîner des arrêts d'activité, des enquêtes, des actions correctives, des absences ou une désorganisation des équipes. Ils ne doivent donc pas être considérés comme séparés du planning; ils peuvent au contraire avoir un impact direct sur la continuité des travaux.

L'AMDEC confirme cette dimension en mentionnant la surcharge du travail, l'absence de soutien, l'absence de compétences requises pour certains postes, le manque de formation, le non-respect des consignes de sécurité, la défaillance du matériel et le manque de pièces de rechange. Ces risques montrent que la maîtrise du projet dépend aussi des moyens humains, des compétences, de la maintenance du matériel et de la coordination interne.

Les risques organisationnels apparaissent également dans l'AMDEC à travers la mauvaise planification, le manque de collaboration, les ressources insuffisantes, le manque de communication et la non-maîtrise des activités. Ces éléments sont particulièrement importants, car ils peuvent amplifier les autres risques. Un problème technique devient plus difficile à résoudre si la coordination est insuffisante. Un retard fournisseur devient plus grave si les besoins ne sont pas exprimés clairement. Une non-conformité devient plus coûteuse si la décision corrective tarde. Ainsi, les risques organisationnels jouent un rôle transversal dans la vulnérabilité du projet.

4.9 Synthèse des risques majeurs identifiés

L'identification des risques majeurs du projet M54 montre que le projet est exposé à un ensemble de risques fortement interdépendants. Les risques les plus significatifs concernent les études, les réseaux existants, les contraintes géotechniques, les sous-traitants, les approvisionnements, les autorisations, les rapports CTC, les contraintes sociales, la qualité, la conformité normative, le HSE, les ressources humaines, les contrats et la coordination interne.

Ce qui ressort de manière centrale, c'est que les risques les plus importants sont ceux qui peuvent bloquer directement l'exécution ou déclencher un effet de cascade sur le planning. Les réseaux non répertoriés, les retards d'études, la défaillance du sous-traitant LCTP, les retards

des rapports CTC, l'opposition des riverains à la centrale à béton, les écarts géotechniques, les retards d'approvisionnement et les non-conformités ne sont pas de simples incidents isolés. Ils constituent des facteurs capables de remettre en cause l'enchaînement prévu des activités.

Cette analyse confirme que la planification du projet M54 ne peut pas être considérée comme un document figé. Elle doit être conçue comme un outil vivant, capable d'intégrer les risques identifiés, de prévoir des marges sur les activités sensibles, de prendre en compte les validations externes, d'anticiper les contraintes de réseaux, de sécuriser les approvisionnements et de faciliter la réorganisation des priorités lorsque des aléas apparaissent.

Ainsi, l'identification des risques majeurs constitue une étape essentielle pour répondre à notre problématique. Elle montre que l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification n'est pas seulement souhaitable ; elle est nécessaire pour améliorer la fiabilité du planning, renforcer la maîtrise des délais et limiter les impacts des aléas sur le projet M54.

TAB. 5 : Tableau d'analyse et de management des risques

Risque associé	Causes probables	Effets / Impact / Conséquence	Évaluation du risque brut		
			P	G	RB
Non-respect des exigences contractuelles	la non maitrise des activités	I2 - I-3	2	4	8 RB1
Non-approbation des plans	présence des écarts sur le plan	I2/I5	1	16	16 RB2
taravaux sous trafic	nuisances physiques (bruit,poussière, vibration,,,,)	I2- I5- I6	8	4	32 RB2
Non-respect des exigences contractuelles techniques	non prise en charge des réclamations client et taux de satisfaction	I2-I3	2	4	8 RB1
Installation du projet en site urbains engendre des désagréments envers les riverains (résistances pour s'installer)	nuisances physiques (bruit,poussière,éclairage et vibration)	I2	8	4	32 RB2
Indisponibilité des plans de réseaux concessionaires avant d'entamer les travaux (risque d'augmentation de délai de réalisation et du cout).	la non disponibilité des plans chez certains concessionaires	I2	1	4	4 RB1
Retard dans la réalisation des études	Réalisation des études de manière contradictoire avec les exigences légales	I3-I2	2	16	64 RB3
défaillance des bureaux d'étududes	Problème de payement au niveau de la banque centrale	I2-I3	2	4	8 RB1
résiliation du contrat	Réalisation des études sans accord avec les exigences légales	I1-I2-I3	1	4	4 RB1
Traitement en retard et/ou non- communication des retours d'informations	ne pas comprendre ou ne pas bien appliquer les procédures	I2-I3	1	16	16 RB2
Non atteinte des objectifs fixés	1 /Contraintes techniques liées à la réalisation des travaux 2/Milieu délicat: géologie, milieu urbain.	I2	2	64	128 RB3
déversement de produits chimiques lors du stockage	1/methode de stockage 2/mauvaise manutention du produit 3/non respect des procédures environnement	I6	2	64	128 RB3
nuisances physiques (bruit,poussière,éclairage et vibration)	1/les activités liés aux travaux de métro qui générent de ces nuisances. 2/la majorité des sites se trouvent en milieu urbain. 3/réalisation des activités en periode nocturne.	I6	8	4	32 RB2
Non-prise en charge des soins médicaux	Manque de coordintation avec la médecine de travail	I-5	1	4	4 RB1
inssuffisance des services proposés de la part de la MUTRACO					
conditions atmosphériques non favorables	des causes naturelles	I2	2	4	8 RB1
pollution de l'air par émission des gaz des échapements	1/surexploitation du matériel 2/dispositifs d'échapement déffaillant Tunnel D17	I6	4	16	64 RB3
pannes réccurentes	1/manque de fourniture des piéces de rechanges 2/personnel non qualifié 3/ matériel dégradé 4/non respect des consignes de sécurité	I2	4	16	64 RB3
risque des taxes imposées par la direction de l'environnement en cas de stockage permanent des huiles usagées à l'interieur des sites	mauvais stockage des huiles usagées à l'interieur des sites	I1-I6	2	16	64 RB3
risque de contamination du sol et sous sol en cas de non évacuation et accumulation des huiles usagées à interieur des sites					
arrét des activités en cas de non rapprosionnement des chantiers en matière des carburants					
risque d'arrêt du travail au niveau de la station AIN NAADJA gare risque d'arrêt du trafic en cas d'accident au niveau de la voie férrée ou les caternaires	non respect de procédure de sécurité de travail aproximité de la voie férrée	I2-I5	2	16	64 RB3
Pénalité quant au non-respect de la réglementation	ne pas appliquer les réglementations ou la mauvaise maitrise d'application du réglementation	I7	1	4	4 RB1
Plainte et réclamation auprès des autorités concernées	la non prise en charge des demandes pertinentes	I2	2	4	8 RB1
Retard et/ou subjectivité quant aux traitements des demandes exprimées de la part de la DAST	Exprimer les besions d'une manière pas assez claire, la non évaluation des fournisseurs / sous-traitants objective	I-3	1	4	4 RB1
Retard et/ou subjectivité quant aux traitement des demandes et réponse aux besoins de recrutement/formation dans les temps	1/ la non disponiblité des profils recherchés 2/ manque des formations requises	I2	1	4	4 RB1
risque de décallage du planning contractuel	1/ les cas des forces majeurs	I2-I4	1	16	16 RB2
dégradation des équipements	1/utilisation quotidiennes 2/ équipements ayant beaucoup servi et anciens	I1-I2	2	16	32 RB2
consultation infructueuses	1/offres ne répondant pas au exigence des cahiers de charge 2/dépot d'une seule offre.	I2-I3	2	64	128 RB3
maitrise partielles des activités opérationnelles des préstataires externes,	1/non-respect des clauses contractuelles 2/dispositif de contrôle des activités non adapté 3/manque de communication	I3	2	16	32 RB2

Risque associé	Causes probables	Effets / Impact / Conséquence	Évaluation du risque brut		
			P	G	RB
rupture des stocks suite au pénurie des produits stratégique tel que les aciers, les ciments... etc.	champ de consultation limité	I2	2	4	8 RB1
produit non-conforme	non-respect des caracteristiques du produit dans les demandes d'approvisionnements	I3	2	16	32 RB2
Retard et/ou subjectivité quant aux traitements des demandes exprimées de la part de la DFC	faible trésorerie	I1	2	16	32 RB2
Retard et/ou subjectivité quant aux traitements des demandes exprimées.	le non respect des délais	I2	1	4	4 RB1
Non-respect des dispositions contractuelles par les fournisseurs, S/T et prestataires	problèmes administratifs problèmes techniques	I-3	1	4	4 RB1
Non-respect des dispositions contractuelles par les fournisseurs, S/T et prestataires	le déngagement contractuel et le payement des redevances et le non respect de délai convenue "clause des contrats"	I2	2	4	8 RB1
risque d'électrisation et électrocution en cas du non respect des travaux à proximité des lignes électriques HT	la non prise en charge des plans entre le projet et les réseaux électiriques et gaziers existants	I2- I5	4	64	256 RB3
Retard de payement des redevances des parties intéressées.	abcense de plan de gestion financiaire	I1-I2-I3	4	16	64 RB3
rupture du stock	1/indisponibilité du produit chez les fournisseurs habituels 2/magasins mal organisé 3/non respect des procèdures environmentaux	I2 - I3	2	16	32 RB2
offre infructueuse pour certain poste de travail au niveau de l'agence nationnale de l'emploi ANEM	absence des compétences recquise pour certain poste de travail dans la région.	I2-I4	4	4	16 RB2
Désengagement du client	1/une mauvaisePlannification 2/manque de collaboration 3/retard des fournissuers 4/ressources insuffisantes 5/influences extèrieurs	I7	2	64	128 RB3
Non-fidélisation du personnel Départ d'un personnel formé/qualifié Retard quant au réponse aux besoins de recrutement	surcharge du travail ou absence de soutien	I2- I4	2	16	32 RB2

Source : document interne du projet M54, COSIDER Travaux Publics

5 Impact des risques sur les délais, coûts et qualité

Après l'identification des risques majeurs du projet M54, il est nécessaire d'analyser leurs effets sur les trois dimensions principales du pilotage de projet : les délais, les coûts et la qualité. Cette analyse est directement liée à notre thème de recherche, car l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification vise précisément à limiter les écarts entre le planning prévisionnel et la réalité d'exécution. Dans un projet de travaux publics comme le M54, les risques ne produisent généralement pas un seul effet isolé. Un même risque peut entraîner à la fois un retard, un surcoût, une reprise technique, une non-conformité ou une dégradation de la coordination entre les intervenants.

Le cadre conceptuel a montré que la planification temporelle constitue un outil de pilotage permettant d'organiser les activités, d'identifier les dépendances, de suivre les écarts et d'ajuster les décisions. Toutefois, les résultats de l'enquête montrent que cette planification devient fragile lorsqu'elle n'intègre pas suffisamment les aléas techniques, administratifs, sociaux et organisationnels du terrain. Les documents internes du projet confirment cette réalité : l'enquête de satisfaction client externe a attribué une note de 7/10 au critère « respect des délais », jugée peu satisfaisante dans la fiche d'action corrective. Cette dernière mentionne également un impact sur la réputation de l'entreprise ainsi qu'un risque financier lié aux pénalités de retard et aux coûts supplémentaires nécessaires pour rattraper les délais.

L'analyse des impacts doit donc être comprise dans une logique globale. Les risques identifiés dans le projet M54 affectent directement les délais, mais leurs conséquences dépassent souvent cette seule dimension. Lorsqu'un retard apparaît, il peut entraîner une prolongation de la mobilisation des ressources, une réorganisation des équipes, une augmentation des coûts indirects, une pression sur les fournisseurs, ou encore une accélération des travaux pouvant influencer la qualité d'exécution. De la même manière, une non-conformité qualité peut imposer une reprise et générer un retard ; un problème administratif peut bloquer une activité et entraîner un surcoût ; une contrainte sociale peut perturber l'approvisionnement et décaler le planning. Cette interdépendance est au cœur de l'analyse du projet M54.

5.1 Impact des risques sur les délais

Les délais constituent la dimension la plus directement touchée par les risques observés dans le projet M54. Cela s'explique par la nature même du projet, qui repose sur un enchaînement d'activités fortement dépendantes les unes des autres : études, reconnaissances géotechniques, validations, déviation des réseaux, installation de chantier, approvisionnements, exécution des travaux et contrôle qualité. Lorsqu'un risque affecte l'une de ces étapes, il peut entraîner un retard local qui se répercute ensuite sur d'autres activités.

Les risques liés aux études et à la préparation technique ont un impact particulièrement important sur les délais. Les entretiens montrent que les responsables techniques considèrent les études comme un préalable indispensable à l'exécution. Sans plans validés, sans données géotechniques fiables et sans documents d'exécution finalisés, certaines tâches ne peuvent pas être lancées. Le rapport des contraintes du projet confirme cette réalité, notamment à travers les difficultés rencontrées dans les campagnes de reconnaissance géotechnique et les écarts constatés entre certaines hypothèses initiales et les conditions réelles du terrain. Ces écarts peuvent conduire à revoir les méthodes d'exécution, à modifier les plans, à renforcer certains dispositifs techniques et à retarder le démarrage des activités concernées.

Le cas du sous-traitant LCTP illustre également l'impact des risques sur le délai. Les documents internes indiquent que la défaillance de ce sous-traitant a affecté les travaux de sondages de reconnaissance, alors que ces derniers sont nécessaires pour sécuriser les choix techniques et confirmer les hypothèses de conception. La résiliation du contrat avec le LCTP montre que ce risque a dépassé le simple retard ponctuel pour devenir un problème contractuel et opérationnel. Ce type de situation perturbe la planification, car il oblige le projet à rechercher des solutions alternatives, à réorganiser certaines séquences et à ajuster les délais prévus.

Les risques liés aux réseaux existants produisent également un impact direct sur le planning. Le projet M54 étant réalisé en milieu urbain dense, les travaux sont confrontés à des réseaux d'assainissement, d'eau potable, de gaz, d'électricité et de télécommunication. Le rapport des contraintes mentionne plusieurs interférences avec des ouvrages existants, notamment les collecteurs d'assainissement, les réseaux Télécom non cadastrés, les réseaux AEP et les réseaux gaz. Ces situations peuvent bloquer l'avancement, car les travaux ne peuvent pas continuer sans vérification, coordination avec les concessionnaires, adaptation de l'étude ou déviation du réseau concerné.

Le cas observé du collecteur d'assainissement non répertorié lors de la réalisation d'un pieu illustre concrètement cette situation. Le forage a touché un collecteur non clairement identifié, puis le béton coulé s'est infiltré dans ce collecteur. Les travaux ont dû être arrêtés, une inspection a été réalisée, et l'emplacement du pieu a été légèrement modifié. Ce cas montre qu'un réseau non identifié peut interrompre une tâche, provoquer une perte de temps, nécessiter une décision technique urgente et imposer une reprise partielle de la planification locale. Il confirme aussi que la fiabilité des données sur les réseaux enterrés est une condition essentielle pour respecter les délais.

Les contraintes administratives ont également un effet important sur les délais. Le rapport des contraintes mentionne le retard dans la réception des rapports CTC relatifs au diagnostic des bâtiments situés dans la zone d'influence du projet. Bien que la campagne ait été achevée à la fin du mois de février 2025, la réception complète des rapports n'était pas encore réalisée plusieurs mois plus tard. Cette situation a retardé l'analyse finale de l'état structurel des bâtiments et la prise de décision concernant les mesures préventives à mettre en place. Dans un projet souterrain, ce type de retard peut avoir des conséquences importantes, car l'évaluation des bâtiments avoisinants conditionne la sécurité des travaux et le choix des méthodes d'exécution.

Les contraintes sociales peuvent, elles aussi, perturber fortement les délais. L'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet a empêché la mise en place d'un équipement indispensable à l'approvisionnement du chantier en béton. Cette situation a nécessité une délocalisation de la centrale vers un autre site, avec les démarches administratives associées. Elle montre que les risques sociaux ne sont pas secondaires : ils peuvent bloquer une installation stratégique et modifier l'organisation logistique du chantier.

Les risques d'approvisionnement et de sous-traitance affectent également les délais. Les responsables interrogés ont signalé que les retards de livraison, la non-disponibilité de certains matériaux, les délais fournisseurs, les produits non conformes ou les défaillances de sous-traitants peuvent empêcher le démarrage ou la poursuite d'une activité. Même lorsque le planning est correctement construit, il devient difficile à respecter si les ressources nécessaires ne sont pas disponibles au moment prévu. Ainsi, l'impact sur les délais résulte souvent d'un décalage entre la planification théorique et les conditions réelles d'exécution.

Enfin, les risques HSE et qualité peuvent également provoquer des retards. Une non-conformité sécurité, un accident, une procédure non appliquée, un essai non validé ou un matériau non conforme peuvent suspendre une activité jusqu'à correction. Ces situations montrent que le délai ne dépend pas uniquement de la durée technique des tâches, mais aussi du respect des conditions de sécurité, de conformité et de validation.

En définitive, l'impact des risques sur les délais se manifeste par des retards de démarrage, des interruptions d'activité, des attentes de validation, des modifications d'études, des reprises de phasage, des déviations de réseaux, des réorganisations logistiques et des effets de cascade sur

le planning. Cela confirme que le respect des délais dans le projet M54 dépend fortement de la capacité à intégrer les risques dans la planification dès la phase de préparation.

5.2 Impact des risques sur les coûts

Les risques identifiés dans le projet M54 produisent également des effets importants sur les coûts. Dans les projets de travaux publics, un retard ou une contrainte technique se traduit rarement par un simple décalage temporel. Il entraîne souvent des coûts supplémentaires liés à la prolongation du chantier, à l'immobilisation des ressources, aux reprises, aux achats urgents, aux modifications techniques, aux litiges ou aux pénalités contractuelles.

La fiche d'action corrective liée au critère « respect des délais » mentionne explicitement un risque financier associé aux pénalités de retard et aux coûts supplémentaires nécessaires pour rattraper les délais. Ce point est essentiel pour notre mémoire, car il montre que le délai n'est pas seulement un indicateur temporel : il a une conséquence économique directe. Lorsque le projet accuse un retard, l'entreprise peut être amenée à mobiliser davantage de moyens, à accélérer certaines tâches, à prolonger la présence des équipes sur chantier ou à faire face à des pénalités contractuelles.

Les risques liés aux études peuvent générer des surcoûts importants. Lorsqu'une étude doit être reprise ou adaptée, cela mobilise de nouveau les équipes techniques, les bureaux d'études, les validations et parfois les fournisseurs. Si la modification intervient après le lancement des travaux, elle peut entraîner des arrêts, des reprises, des changements de méthode ou des besoins matériels supplémentaires. Les écarts géotechniques constatés sur le terrain, notamment au niveau des conditions du sol ou de la nappe phréatique, peuvent également nécessiter des solutions techniques différentes de celles initialement prévues, comme des dispositifs de drainage, de pompage ou de renforcement, ce qui peut augmenter les coûts.

Les réseaux existants et les ouvrages non répertoriés constituent aussi une source directe de surcoût. Le cas du collecteur d'assainissement touché lors de la réalisation d'un pieu montre que l'insuffisance d'information peut entraîner une consommation supplémentaire de matériaux, une interruption des travaux, une inspection technique et une modification de l'implantation. À cela peuvent s'ajouter des coûts de reconnaissance, de déviation, de coordination avec les concessionnaires et de reprise de l'activité. Plus le risque est découvert tardivement, plus le coût de traitement devient élevé.

Les contraintes administratives peuvent également avoir une incidence financière. Le retard des rapports CTC, par exemple, peut entraîner un décalage des décisions préventives et retarder certaines activités. Ce retard peut provoquer une immobilisation des ressources, une prolongation de la phase préparatoire ou une désorganisation du phasage. De même, les

autorisations tardives peuvent empêcher le démarrage d'une activité alors que les équipes ou les moyens sont déjà mobilisés.

Les contraintes sociales peuvent aussi générer des coûts. L'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet a empêché la mise en place de l'installation prévue. La délocalisation vers un autre site a probablement impliqué des démarches supplémentaires, une réorganisation logistique et des coûts indirects liés au transport, à l'installation et au temps perdu. Même si tous ces coûts ne sont pas toujours isolés dans les documents, leur existence est logique dans la conduite d'un chantier de cette nature.

Les risques d'approvisionnement ont un impact financier particulièrement important. Lorsqu'un produit n'est pas disponible chez les fournisseurs habituels, le projet peut être contraint de rechercher des alternatives, parfois à des prix plus élevés. Un champ de consultation limité ou le dépôt d'une seule offre peut réduire la capacité de négociation. Les produits non conformes peuvent entraîner des frais de remplacement, de transport, de nouveaux essais ou de reprise. Les retards de livraison peuvent aussi prolonger la mobilisation des ressources et désorganiser le chantier.

Les risques contractuels et financiers, quant à eux, peuvent aggraver les surcoûts. Les clauses mal définies, les litiges, les retards de paiement, la faible trésorerie ou les difficultés avec les partenaires peuvent perturber les approvisionnements et la sous-traitance. Le responsable finance a d'ailleurs souligné que les risques juridiques, financiers et contractuels pouvaient influencer la stabilité du projet. Dans ce sens, le coût d'un risque ne se limite pas à sa conséquence immédiate; il peut aussi apparaître sous forme de tensions contractuelles, de réclamations ou de pertes de performance.

Les risques HSE et qualité peuvent également générer des coûts additionnels. Un accident peut entraîner un arrêt de chantier, des enquêtes, des mesures correctives, des formations supplémentaires ou une réorganisation des équipes. Une non-conformité qualité peut imposer une reprise, de nouveaux essais, une substitution de matériau ou un contrôle supplémentaire. Dans tous les cas, la non-maîtrise du risque se traduit par une consommation supplémentaire de ressources.

Ainsi, l'impact des risques sur les coûts se manifeste de manière directe et indirecte. Les coûts directs correspondent aux reprises, aux travaux supplémentaires, aux achats non prévus, aux équipements complémentaires ou aux pénalités. Les coûts indirects correspondent à la prolongation du chantier, à l'immobilisation des ressources, aux pertes de productivité, aux retards de décision, aux tensions contractuelles et à la désorganisation. Cette analyse montre que l'intégration des risques dans la planification contribue également à une meilleure maîtrise économique du projet.

5.3 Impact des risques sur la qualité

La qualité représente la troisième dimension fortement affectée par les risques du projet M54. Elle concerne la conformité des matériaux, des études, des méthodes d'exécution, des procédures, des essais, des certificats et des ouvrages réalisés. Dans un projet de travaux publics, la qualité n'est pas une dimension indépendante du délai et du coût. Au contraire, toute non-conformité peut provoquer des reprises, des retards et des surcoûts.

Les risques liés aux études ont un effet direct sur la qualité. Une étude incomplète, ancienne, contradictoire avec certaines exigences ou insuffisamment adaptée aux conditions réelles du terrain peut conduire à des choix techniques inappropriés. Le rapport des contraintes mentionne par exemple des insuffisances liées aux études de ventilation du tronçon Bab El Oued, notamment en matière de désenfumage et de prise en compte du mode congestionné. Ces éléments ont nécessité des recommandations techniques afin d'assurer une ventilation conforme et sécuritaire. Ce cas montre qu'un risque de conception peut devenir un risque de qualité et de conformité normative.

Les risques géotechniques peuvent également influencer la qualité. Lorsque les caractéristiques du terrain diffèrent des hypothèses initiales, les solutions techniques doivent être adaptées. Si ces adaptations ne sont pas correctement intégrées, elles peuvent affecter la stabilité, la durabilité ou la conformité de l'ouvrage. Les écarts liés à la nappe phréatique, à la nature des sols ou aux conditions de terrain nécessitent donc une vigilance particulière afin d'éviter des erreurs d'exécution.

Les risques d'approvisionnement ont eux aussi un lien direct avec la qualité. Le responsable qualité/laboratoire a souligné l'importance des matériaux, des essais, des certificats et de la conformité des produits livrés. Un matériau non conforme ou un certificat manquant peut empêcher l'utilisation du produit. Si une solution alternative est retenue, elle doit être testée et validée. Dans le cas contraire, le projet s'expose à des non-conformités ou à des reprises. L'AMDEC confirme ce point à travers des risques liés au non-respect des caractéristiques du produit, à la mauvaise manutention, au mauvais stockage et à la non-application des procédures.

Les risques HSE et organisationnels peuvent également affecter la qualité d'exécution. Une mauvaise application des procédures, un manque de formation, une surcharge de travail, des ressources insuffisantes ou une mauvaise coordination peuvent augmenter la probabilité d'erreurs. Lorsque les équipes travaillent sous pression pour rattraper un retard, le risque de défaut d'exécution peut également augmenter. Ainsi, la qualité dépend non seulement des matériaux et des études, mais aussi de l'organisation du travail, des compétences, de la coordination et des conditions de sécurité.

Les non-conformités jouent un rôle central dans cette analyse. Elles peuvent être liées aux matériaux, aux méthodes, aux procédures, aux documents ou aux conditions d'exécution. Lorsqu'une non-conformité apparaît, elle doit être enregistrée, analysée, corrigée et suivie. Si ce processus n'est pas maîtrisé, le problème peut se répéter et affecter la qualité globale du projet. Dans le cas du projet M54, les responsables interrogés ont montré que les non-conformités peuvent avoir un effet direct sur le planning, car elles peuvent suspendre une activité jusqu'à validation de la solution corrective.

L'impact des risques sur la qualité se manifeste donc à travers les défauts de conformité, les reprises, les essais non validés, les certificats manquants, les erreurs de conception, les adaptations techniques et les procédures mal appliquées. Cela confirme que la qualité doit être intégrée à la planification, notamment à travers les délais nécessaires aux contrôles, aux essais, aux validations, aux corrections et aux actions préventives.

5.4 Interdépendance entre délais, coûts et qualité

L'un des principaux enseignements de l'analyse est que les risques du projet M54 affectent rarement une seule dimension à la fois. La plupart des risques produisent des effets simultanés sur les délais, les coûts et la qualité. Cette interdépendance est particulièrement visible dans les cas étudiés.

Un retard d'étude affecte d'abord le planning, mais il peut aussi générer des coûts supplémentaires et influencer la qualité si les solutions techniques sont modifiées rapidement. Un réseau non répertorié affecte le délai par l'arrêt des travaux, le coût par les matériaux consommés et les interventions supplémentaires, et la qualité par la nécessité de revoir l'implantation ou la méthode d'exécution. Une non-conformité qualité affecte d'abord la conformité technique, mais elle entraîne ensuite une reprise, donc un retard et un surcoût. Une autorisation tardive bloque le planning, immobilise des ressources et peut perturber la coordination.

Cette interdépendance montre que la gestion des risques ne doit pas être fragmentée par service. Un risque technique peut devenir un risque financier ; un risque administratif peut devenir un risque de délai ; un risque qualité peut devenir un risque de coût ; un risque social peut devenir un risque logistique. C'est pourquoi l'approche de gestion des risques doit être transversale et intégrée dans la planification globale du projet.

L'AMDEC confirme cette logique, car elle relie les causes probables à des effets multiples et propose des moyens de maîtrise qui concernent souvent plusieurs dimensions à la fois : planification, contrôle, coordination, formation, reconnaissance, diversification des fournisseurs, respect des procédures et suivi des contrats. Ces actions montrent que la réponse au risque ne peut pas être limitée à une correction ponctuelle. Elle doit être intégrée dans le système de pilotage du projet.

5.5 Lecture à partir de la grille d'évaluation des risques

La grille d'évaluation utilisée dans l'AMDEC permet d'interpréter le niveau de priorité des risques. Les risques classés RB1 sont considérés comme mineurs ou acceptables. Les risques RB2 sont modérés et doivent être surveillés. Les risques RB3 sont des risques à maîtriser, car leur probabilité ou leur gravité peut affecter sérieusement le projet. Les risques RB4 correspondent aux risques les plus significatifs, qui doivent être contrôlés en priorité.

Dans le cas du projet M54, plusieurs risques ressortent en RB2 et RB3. Cela signifie que le projet n'est pas seulement exposé à des aléas faibles, mais à des risques pouvant influencer directement l'exécution. Les risques liés aux réseaux existants, aux contraintes techniques, aux approvisionnements, aux offres non conformes, aux problèmes de stockage, aux ressources insuffisantes, à la mauvaise planification ou à la coordination apparaissent comme des risques nécessitant une maîtrise particulière.

Cette grille permet de comprendre que l'enjeu n'est pas seulement d'identifier les risques, mais de les relier au planning. Un risque classé RB3 doit être associé aux activités qu'il peut affecter, aux responsables concernés, aux délais de traitement, aux marges disponibles et aux actions de maîtrise prévues. Sans ce lien, l'AMDEC reste un document d'analyse séparé du pilotage temporel. Or, l'objectif de notre mémoire est précisément de montrer que la gestion des risques doit être intégrée à la planification afin de rendre le planning plus réaliste et plus maîtrisable.

5.6 Synthèse de l'impact des risques

L'analyse des impacts montre que les risques du projet M54 exercent une influence directe sur les délais, les coûts et la qualité. Les délais sont affectés par les retards d'études, les réseaux existants, les contraintes géotechniques, les sous-traitants défaillants, les autorisations tardives, les rapports CTC non reçus, les contraintes sociales, les approvisionnements et les non-conformités. Les coûts sont affectés par les reprises, les travaux supplémentaires, les achats urgents, les prolongations de chantier, les litiges, les pénalités et l'immobilisation des ressources. La qualité est affectée par les études insuffisantes, les matériaux non conformes, les procédures mal appliquées, les essais non validés, les erreurs d'exécution et les adaptations techniques.

Cette analyse confirme que les risques du projet M54 ne doivent pas être traités séparément du planning. Leur impact sur les délais, les coûts et la qualité montre que la planification doit intégrer les aléas dès la phase de préparation, notamment à travers les reconnaissances, les marges, les validations, les actions de maîtrise, les solutions alternatives et le suivi des activités critiques. Ainsi, l'intégration de la gestion des risques dans la planification apparaît

comme une condition importante pour améliorer la fiabilité du planning et renforcer la maîtrise globale du projet.

6 Analyse comparative selon les responsables interrogés

L'analyse comparative des réponses recueillies auprès des responsables interrogés permet de mieux comprendre la manière dont les risques du projet M54 sont perçus selon les fonctions occupées. Cette étape est importante, car un risque n'est pas toujours interprété de la même manière par les différents services du projet. Chaque responsable observe les difficultés à partir de son domaine d'intervention, de ses responsabilités et des conséquences directes que les aléas peuvent avoir sur son travail. Toutefois, malgré ces différences de perception, plusieurs convergences fortes apparaissent dans les réponses, ce qui permet d'identifier les risques les plus structurants pour la planification du projet.

D'une manière générale, les responsables interrogés s'accordent sur le fait que les risques les plus impactants sont ceux qui bloquent directement l'exécution ou qui empêchent le lancement d'une tâche prévue. Les risques ne sont donc pas perçus uniquement comme des événements incertains, mais comme des facteurs capables de perturber le déroulement du chantier, de modifier le phasage, d'entraîner des reprises ou de provoquer des glissements de délais. Cette vision rejoint la logique de notre recherche : la planification ne peut pas être séparée des risques, car le planning est directement influencé par la disponibilité des études, des autorisations, des moyens, des matériaux, des validations et des conditions réelles du terrain.

6.1 Lecture du responsable planning : le risque comme facteur d'écart entre le prévu et le réalisé

La responsable planning, contrôle coûts et gestion budgétaire adopte une lecture directement orientée vers le planning, le chemin critique et les écarts entre les prévisions et la réalité d'exécution. Pour elle, les risques les plus sensibles sont ceux qui dépendent d'acteurs externes ou de conditions préalables non totalement maîtrisées par l'entreprise. Les déviations de réseaux, les autorisations, les validations, les études et les approvisionnements apparaissent comme des éléments pouvant retarder le démarrage des tâches ou ralentir leur avancement.

Son point de vue met particulièrement en évidence le rôle des réseaux existants. Les réseaux non identifiés, mal positionnés ou non pris en charge dans les plans créent une incertitude forte pour la planification. Lorsqu'un réseau est découvert en cours d'exécution, le planning doit être réajusté, les méthodes peuvent être modifiées, et certaines activités doivent être suspendues en attendant une décision ou une intervention externe. Cette perception est cohérente avec

les contraintes documentées dans le projet, notamment les interférences avec les collecteurs d'assainissement, les réseaux AEP, gaz et télécommunication.

La responsable planning insiste également sur l'importance d'un planning vivant. Cela signifie que le planning ne doit pas être considéré comme un document figé établi au début du projet, mais comme un outil de pilotage qui doit évoluer en fonction des risques, des écarts, des contraintes et des décisions prises sur le terrain. Sa lecture est donc fortement alignée avec notre problématique, car elle montre que l'intégration de la gestion des risques dans la planification permettrait de mieux anticiper les aléas et de réduire les écarts entre le planning prévisionnel et l'exécution réelle.

6.2 Lecture de la direction technique : le risque comme fragilité de la préparation technique

Le sous-directeur technique adopte une lecture plus orientée vers la préparation technique du projet. Pour lui, les risques les plus importants sont liés aux études, aux plans, aux données géotechniques, à la topographie, aux documents d'exécution, aux moyens matériels et à la conformité des solutions techniques. Cette perception est logique, car le service technique intervient en amont et accompagne l'exécution par la production, la vérification et la transmission des informations nécessaires au chantier.

Selon cette lecture, la phase des études représente l'un des points les plus sensibles du projet. Une étude en retard, incomplète ou non validée peut bloquer les travaux, car les équipes d'exécution ne peuvent pas intervenir sans documents fiables. Les retards d'études sont donc perçus comme des risques structurants, parce qu'ils se situent au début de la chaîne d'exécution et peuvent se répercuter sur toutes les activités suivantes.

La direction technique met également en avant les risques liés à l'indisponibilité de certains moyens spécialisés et à la non-conformité des matériaux ou équipements. Ces risques peuvent obliger le projet à rechercher des solutions alternatives, à modifier une méthode ou à attendre un équipement spécifique. Cette lecture complète celle du planning : alors que le service planning observe le risque à travers ses effets sur les dates et les écarts, la direction technique l'observe à travers ses causes techniques et ses conséquences sur la faisabilité de l'exécution.

6.3 Lecture du responsable des études : le risque comme conséquence de données d'entrée insuffisantes

Le responsable des études apporte une lecture centrée sur les données d'entrée, les plans, les validations et les contraintes réelles du terrain. Son point de vue est particulièrement important, car les études constituent le lien entre la conception et l'exécution. Il souligne que les risques

les plus importants proviennent souvent d'informations initiales insuffisantes, imprécises ou incomplètes, notamment en ce qui concerne les réseaux existants, les conditions géologiques et les contraintes topographiques.

Cette lecture est confirmée par les cas rencontrés sur le terrain. Les réseaux souterrains mal répertoriés, les ouvrages non signalés, les écarts entre les données prévues et les données constatées, ainsi que les modifications nécessaires en cours de route montrent que les études ne peuvent pas être totalement dissociées de la réalité du chantier. Un plan peut être cohérent sur le papier, mais perdre sa fiabilité lorsqu'il ne correspond pas aux conditions réelles du site.

Le responsable des études met également en avant les retards liés aux autorisations de voirie, aux concessionnaires et aux organismes de validation. Cela montre que les études ne dépendent pas uniquement du travail interne de l'entreprise ; elles sont aussi influencées par des acteurs externes. Sa lecture confirme donc que les risques liés aux études sont à la fois techniques, administratifs et organisationnels. Ils doivent être intégrés dans la planification, car ils peuvent provoquer des retards en cascade sur l'ensemble du projet.

6.4 Lecture du responsable HSE : le risque comme condition de continuité de l'exécution

Le responsable HSE analyse les risques à partir de la santé, de la sécurité et de l'environnement. Son point de vue met en évidence une dimension parfois considérée comme secondaire dans la planification, alors qu'elle peut avoir un effet direct sur les délais. Pour lui, les risques majeurs concernent les accidents de travail, la mauvaise application des procédures, les non-conformités sécurité, les risques humains, les défaillances techniques, la circulation sur chantier et le manque d'anticipation des plans HSE.

Cette lecture montre que la sécurité est une condition de continuité de l'exécution. Une activité peut être techniquement prête et planifiée, mais elle ne peut pas être lancée si les conditions de sécurité ne sont pas réunies. De même, un accident ou une situation dangereuse peut entraîner l'arrêt immédiat des travaux, la mise en place d'une enquête, la correction des causes et la reprise progressive de l'activité. Le risque HSE devient donc un facteur de délai, de coût et de qualité.

Le responsable HSE insiste également sur la nécessité de passer d'une logique corrective à une logique préventive. Il ne suffit pas d'intervenir après l'apparition d'un incident ; il faut intégrer les mesures de sécurité, les procédures, les plans de circulation, les formations et les moyens de protection dès la phase de planification. Cette perception rejoint directement notre thème, car elle montre que l'intégration des risques dans le planning ne concerne pas seulement les risques techniques, mais aussi les risques humains, sécuritaires et environnementaux.

6.5 Lecture du responsable qualité / laboratoire : le risque comme menace sur la conformité et la continuité des travaux

Le responsable qualité / laboratoire adopte une lecture orientée vers la conformité des matériaux, des essais, des certificats, des procédures et des prestations réalisées. Pour lui, les risques les plus sensibles concernent la non-disponibilité des matériaux, les produits non conformes, les retards fournisseurs, les résultats d'essais non validés, les certificats manquants et les dossiers réglementaires incomplets.

Cette lecture montre que la qualité n'est pas seulement un critère final d'évaluation du projet, mais une condition préalable à l'exécution. Une tâche peut être planifiée, mais elle ne peut pas être réalisée si le matériau nécessaire n'est pas conforme, si le laboratoire n'a pas validé l'essai ou si le certificat requis est absent. Le risque qualité a donc un effet direct sur le planning, car il peut bloquer l'activité concernée ou imposer une reprise.

Le responsable qualité met aussi en évidence l'importance de la traçabilité et du traitement des non-conformités. Une non-conformité non traitée correctement peut se répéter et affecter simultanément les délais, les coûts et la qualité. Cette perception complète celle du HSE : dans les deux cas, les procédures, les contrôles et les validations doivent être anticipés dans le planning, et non traités uniquement après l'apparition du problème.

6.6 Lecture du responsable approvisionnement : le risque comme indisponibilité des ressources nécessaires

Le responsable approvisionnement et sous-traitance analyse les risques à partir de la disponibilité des ressources nécessaires à l'exécution. Sa lecture met l'accent sur les retards de livraison, les ruptures de stock, les approvisionnements à long délai, les défaillances des fournisseurs, les prestations de sous-traitance critiques et les validations techniques. Pour lui, le planning ne peut être respecté que si les matériaux, équipements, pièces et prestations nécessaires sont disponibles au moment prévu.

Cette perception est particulièrement importante dans le projet M54, car plusieurs activités dépendent de ressources spécifiques. Un retard d'approvisionnement peut bloquer une tâche critique même si les études sont prêtes et les équipes disponibles. De même, une défaillance de sous-traitant peut perturber une séquence entière du projet, comme le montre le cas du LCTP dans les travaux de sondages de reconnaissance.

Le responsable approvisionnement met également en avant l'importance de la planification des besoins. Les approvisionnements ne doivent pas être gérés uniquement au moment où le chantier exprime la demande; ils doivent être anticipés en fonction du planning, des délais fournisseurs, des validations techniques et des risques de disponibilité sur le marché. Cette

lecture confirme que l'intégration de la gestion des risques dans la planification doit inclure les délais d'achat, les alternatives fournisseurs, les stocks de sécurité et le suivi des sous-traitants.

6.7 Lecture du responsable finance et comptabilité : le risque comme menace contractuelle et économique

Le responsable finance et comptabilité apporte une lecture complémentaire, centrée sur les risques financiers, juridiques et contractuels. Son point de vue montre que les retards et les blocages ne proviennent pas uniquement de problèmes techniques. Ils peuvent également résulter de contrats mal rédigés, de clauses peu claires, de litiges, de retards de paiement, de difficultés avec les fournisseurs, de problèmes de trésorerie ou de mauvaise maîtrise des engagements financiers.

Cette lecture est importante, car elle relie directement les risques au coût global du projet. Un retard d'approvisionnement peut avoir une origine contractuelle ou financière. Une ambiguïté dans un bon de commande peut provoquer un conflit avec un fournisseur. Un retard de paiement peut interrompre la relation avec un partenaire. Une mauvaise anticipation financière peut fragiliser la capacité du projet à mobiliser rapidement les ressources nécessaires.

Le responsable finance met également en évidence le lien entre délai et coût. Les retards peuvent générer des pénalités, des surcoûts de rattrapage, une prolongation de la mobilisation des ressources et une dégradation de l'image de l'entreprise. Cette lecture rejoint les éléments contenus dans la fiche d'action corrective relative au respect des délais, qui mentionne explicitement le risque financier lié aux pénalités de retard et aux coûts supplémentaires pour rattraper les délais.

6.8 Convergences entre les responsables interrogés

Malgré la diversité des fonctions, plusieurs convergences apparaissent dans les réponses. La première convergence concerne l'importance des risques liés aux études. La direction technique, le responsable des études, le planning et même les autres services reconnaissent que les études conditionnent directement l'exécution. Une étude en retard ou incomplète peut bloquer plusieurs activités et créer un effet de cascade sur le planning.

La deuxième convergence concerne les réseaux existants et les données d'entrée insuffisantes. Plusieurs responsables considèrent que les réseaux enterrés non identifiés, les plans incomplets ou les informations imprécises représentent une source majeure de retard. Cette convergence est renforcée par les cas documentés dans le rapport des contraintes et par le cas observé du collecteur d'assainissement non répertorié.

La troisième convergence concerne les approvisionnements et la sous-traitance. Les responsables approvisionnement, qualité, finance et technique montrent tous que la disponibilité des ressources, la conformité des produits, les délais fournisseurs et la fiabilité des sous-traitants influencent directement le planning. Cette convergence confirme que la planification doit intégrer la chaîne d'approvisionnement comme une composante essentielle du risque délai.

La quatrième convergence concerne les autorisations, validations et parties prenantes externes. Plusieurs répondants ont souligné que certaines tâches dépendent d'acteurs extérieurs : concessionnaires, CTC, organismes de validation, autorités locales, fournisseurs ou sous-traitants. Cette dépendance limite la maîtrise directe de l'entreprise sur certaines activités et justifie l'intégration de marges, de délais de validation et de scénarios alternatifs dans le planning.

Enfin, une convergence forte apparaît autour de la nécessité d'anticiper les risques. Les responsables ne présentent pas seulement les risques comme des problèmes à corriger après leur apparition ; ils insistent aussi sur l'importance des investigations préalables, de la coordination, des validations, de la planification des besoins, des procédures, de la traçabilité et des actions préventives. Cette convergence soutient directement l'idée principale du mémoire : la gestion des risques doit être intégrée dans la planification pour rendre le planning plus fiable et plus réaliste.

6.9 Divergences et spécificités selon les fonctions

Les divergences observées ne sont pas contradictoires ; elles traduisent plutôt les priorités propres à chaque service. Le service planning analyse les risques à travers leur impact sur les délais, les écarts et le chemin critique. La direction technique et le responsable des études les analysent à partir de la qualité des données techniques, des plans et des conditions d'exécution. Le HSE les analyse sous l'angle de la sécurité, des accidents et de la prévention. La qualité les observe à travers les non-conformités, les essais et les certificats. L'approvisionnement les relie aux ressources, aux fournisseurs et à la sous-traitance. La finance les interprète à travers les coûts, les contrats, les paiements et les litiges.

Ces différences sont utiles pour l'analyse, car elles montrent que chaque service détient une partie de l'information nécessaire à la maîtrise du risque. Aucun responsable ne peut, à lui seul, avoir une vision complète de tous les risques du projet. C'est précisément pour cette raison que l'intégration de la gestion des risques dans la planification doit être transversale. Elle doit permettre de relier les informations techniques, financières, contractuelles, HSE, qualité et logistiques dans un même processus de pilotage.

Les divergences montrent également que certains risques peuvent être sous-estimés s'ils sont analysés uniquement à partir d'un seul service. Par exemple, un retard fournisseur peut être perçu comme un problème d'approvisionnement, mais il devient aussi un risque de délai

pour le planning, un risque de qualité si le produit alternatif n'est pas conforme, et un risque financier si l'achat urgent coûte plus cher. De même, un retard d'étude peut être perçu comme un problème technique, mais il devient aussi un risque contractuel, financier et organisationnel lorsqu'il affecte le chemin critique.

6.10 Synthèse comparative

L'analyse comparative des responsables interrogés montre que les risques du projet M54 sont perçus à travers des angles différents, mais fortement complémentaires. Chaque fonction met en avant les risques qui touchent directement son champ d'intervention, mais l'ensemble des réponses converge vers une même conclusion : les risques les plus critiques sont ceux qui perturbent la continuité de l'exécution et qui réduisent la fiabilité du planning.

Cette analyse met également en évidence le caractère transversal des risques. Les études, les réseaux existants, les contraintes géotechniques, les autorisations, les approvisionnements, les non-conformités, les risques HSE, les contrats et les finances ne doivent pas être traités comme des éléments séparés. Ils interagissent les uns avec les autres et peuvent produire des effets en chaîne sur le projet.

Ainsi, la comparaison des points de vue confirme la nécessité d'une approche intégrée. Le projet M54 ne manque pas totalement de pratiques de suivi ou de réaction aux aléas ; les responsables disposent déjà de mécanismes de contrôle, de coordination et de correction. Toutefois, l'analyse montre que l'enjeu principal consiste à renforcer l'anticipation, à formaliser davantage le lien entre risques et activités du planning, et à faire du planning un outil partagé entre les différents services. C'est à cette condition que la gestion des risques peut réellement contribuer à améliorer la planification et la maîtrise des délais.

7 Apport de l'intégration de la gestion des risques dans la planification

L'analyse des résultats montre que le projet M54 est exposé à plusieurs risques capables d'affecter directement la planification. Les risques identifiés ne concernent pas uniquement l'exécution physique des travaux, mais aussi les études, les reconnaissances géotechniques, les réseaux existants, les autorisations, les rapports externes, les approvisionnements, la sous-traitance, la qualité, le HSE, les contraintes sociales et la coordination entre les services. Cette situation confirme que la planification d'un projet de travaux publics ne peut pas être réduite à un simple ordonnancement des tâches. Elle doit intégrer les incertitudes susceptibles de modifier les durées, les dépendances, les jalons, les ressources et les conditions d'exécution.

L'apport principal de l'intégration de la gestion des risques dans la planification réside donc dans la transformation du planning en un outil plus réaliste, plus dynamique et plus adapté

aux contraintes du terrain. Dans le cas du projet M54, le planning contractuel constitue une base essentielle pour organiser les activités et suivre l'avancement. Toutefois, les résultats montrent que ce planning peut être fragilisé lorsque certains risques ne sont pas suffisamment anticipés. L'intégration de la gestion des risques permettrait ainsi de passer d'une planification essentiellement prévisionnelle à une planification plus préventive, capable d'identifier les tâches sensibles, d'anticiper les blocages probables et de préparer des actions de maîtrise avant que les risques ne se transforment en retards effectifs.

7.1 Une meilleure anticipation des risques avant l'exécution

Le premier apport de l'intégration de la gestion des risques dans la planification concerne l'anticipation. Les résultats de l'enquête montrent que plusieurs risques majeurs du projet M54 auraient un impact moins important s'ils étaient pris en compte plus tôt dans le processus de planification. C'est notamment le cas des réseaux existants, des données géotechniques, des autorisations administratives, des rapports CTC, des approvisionnements à long délai et des contraintes liées aux parties prenantes externes.

Dans le cas des réseaux enterrés, l'intégration du risque dans la planification permettrait de prévoir, avant le démarrage des travaux critiques, des activités spécifiques de reconnaissance, de vérification des plans, de fouilles de reconnaissance, de détection et de coordination avec les concessionnaires. Le cas observé du collecteur d'assainissement non répertorié lors de la réalisation d'un pieu illustre clairement cette nécessité. Si le risque de réseau non identifié est directement relié aux activités du planning, il devient possible d'intégrer des tâches préalables de contrôle, de prévoir des délais de traitement et de limiter l'effet de surprise au moment de l'exécution.

De la même manière, les risques géotechniques doivent être intégrés avant le lancement des travaux sensibles. Les écarts constatés entre certaines données prévues et les résultats in situ montrent que les hypothèses initiales ne suffisent pas toujours pour établir un planning fiable. L'intégration de la gestion des risques permettrait de conditionner certaines activités à la validation des résultats de reconnaissance, à l'analyse des données géotechniques complémentaires et à l'adaptation des méthodes d'exécution. Cela réduirait la probabilité de devoir modifier le planning après le démarrage des travaux.

L'anticipation concerne également les autorisations et les validations externes. Les retards liés aux rapports CTC ou aux autorisations de voirie montrent que certaines tâches dépendent de décisions ou de documents produits par des acteurs externes. Leur prise en compte dans le planning doit donc se traduire par des jalons de validation, des délais prévisionnels réalistes, des marges de sécurité et un suivi spécifique. Cela permettrait d'éviter qu'une tâche soit

considérée comme prête alors qu'une autorisation ou un rapport indispensable n'a pas encore été obtenu.

7.2 Une meilleure hiérarchisation des risques dans le planning

Le deuxième apport de l'intégration de la gestion des risques dans la planification concerne la hiérarchisation. L'AMDEC permet déjà d'évaluer les risques selon leur probabilité, leur gravité et leur niveau de risque brut. Cependant, pour que cette évaluation soit pleinement utile à la planification, elle doit être reliée aux activités du planning. Un risque classé RB3, par exemple, ne devrait pas rester uniquement dans un tableau d'analyse ; il devrait être associé aux tâches qu'il peut affecter, aux responsables concernés, aux délais de traitement, aux actions de maîtrise et aux marges nécessaires.

Dans le projet M54, plusieurs risques identifiés comme importants peuvent être directement rattachés à des activités du planning. Les risques liés aux études peuvent être associés aux tâches de production, de vérification et de validation des plans. Les risques liés aux réseaux peuvent être associés aux tâches de reconnaissance, de déviation et d'exécution dans les zones concernées. Les risques d'approvisionnement peuvent être associés aux activités nécessitant des matériaux, équipements ou prestations à long délai. Les risques HSE peuvent être reliés aux travaux souterrains, aux interventions avec engins, aux activités en zones sensibles ou aux tâches nécessitant des plans de circulation et de sécurité.

Cette mise en relation permettrait de concentrer l'attention sur les activités les plus vulnérables. Elle permettrait également de distinguer les risques qui doivent simplement être surveillés de ceux qui doivent être traités avant le démarrage de l'activité. Ainsi, l'intégration de la gestion des risques dans le planning ne consiste pas à alourdir la planification, mais à rendre plus visibles les zones de fragilité du projet.

7.3 Une amélioration de la fiabilité du planning

Le troisième apport concerne la fiabilité du planning. Les résultats de l'enquête montrent que le planning peut perdre sa fiabilité lorsque les hypothèses initiales ne correspondent pas aux conditions réelles du terrain. Les réseaux non répertoriés, les écarts géotechniques, les retards de rapports, les autorisations tardives, les contraintes sociales ou les défaillances de sous-traitants créent un écart entre le planning prévu et l'avancement réel.

L'intégration de la gestion des risques permet de réduire cet écart en rendant les hypothèses de planification plus prudentes et plus réalistes. Par exemple, lorsqu'une activité dépend d'un concessionnaire, le planning devrait tenir compte du délai nécessaire à la coordination, à la validation et à l'intervention de ce dernier. Lorsqu'une activité dépend d'un matériau critique,

le planning devrait intégrer les délais d'approvisionnement, les essais, les certificats et les alternatives possibles. Lorsqu'une activité se situe dans une zone exposée à des réseaux ou à des contraintes géotechniques, le planning devrait intégrer des tâches de reconnaissance, des jalons de validation et des marges adaptées.

Cela ne signifie pas nécessairement que l'intégration des risques réduit automatiquement la durée initiale du projet. Au contraire, elle peut parfois conduire à prévoir des délais plus réalistes ou à ajouter certaines activités préventives. Toutefois, cet allongement apparent peut éviter des retards plus importants en phase d'exécution. L'objectif n'est donc pas de produire un planning artificiellement plus court, mais un planning plus fiable, plus cohérent avec le terrain et plus maîtrisable.

7.4 Une meilleure maîtrise des délais

L'intégration de la gestion des risques dans la planification contribue également à une meilleure maîtrise des délais. Les risques identifiés dans le projet M54 ont souvent un effet direct sur le respect du calendrier : retards d'études, retard LCTP, retard des rapports CTC, opposition des riverains, réseaux non identifiés, contraintes géotechniques, approvisionnements critiques et non-conformités. Lorsqu'ils ne sont pas anticipés, ces risques provoquent des arrêts, des reprises, des modifications de méthodes ou des attentes de décision.

L'intégration de ces risques dans le planning permettrait de mieux protéger les tâches critiques. Cela peut se faire par l'ajout de marges sur les activités sensibles, l'anticipation des validations, la planification des reconnaissances préalables, la sécurisation des approvisionnements, la préparation de solutions alternatives ou encore la mise en place de jalons de contrôle. Le planning devient alors un outil de prévention et non seulement un outil de suivi.

Dans le cas du projet M54, cette logique est particulièrement importante parce que le respect des délais est déjà identifié comme un point de vigilance. L'enquête de satisfaction client externe a fait apparaître une appréciation jugée peu satisfaisante sur ce critère, et la fiche d'action corrective mentionne un risque financier lié aux pénalités de retard et aux coûts supplémentaires nécessaires pour rattraper les délais. Cela montre que la maîtrise des délais constitue un enjeu opérationnel, financier et d'image pour l'entreprise. L'intégration des risques dans la planification apparaît donc comme un moyen de limiter les glissements et de renforcer la capacité de pilotage du projet.

7.5 Une meilleure coordination entre les services

Les résultats de l'enquête montrent que les risques du projet M54 sont transversaux. Ils concernent plusieurs services à la fois. Un risque lié aux études peut avoir des conséquences

sur le planning, les approvisionnements, la qualité et les coûts. Un risque d'approvisionnement peut affecter le planning, la qualité et la finance. Un risque HSE peut suspendre une tâche planifiée. Un risque administratif peut immobiliser des ressources déjà prêtes.

L'intégration de la gestion des risques dans la planification permettrait donc d'améliorer la coordination entre les services. Si les risques sont reliés aux activités du planning, chaque responsable peut mieux comprendre l'impact de ses propres actions sur les autres fonctions du projet. Le responsable des études peut identifier les tâches qui dépendent de la validation des plans. Le responsable approvisionnement peut anticiper les achats nécessaires aux activités critiques. Le responsable qualité peut planifier les essais et contrôles avant l'utilisation des matériaux. Le responsable HSE peut intégrer les plans de sécurité avant le démarrage des travaux. Le responsable finance peut anticiper les engagements nécessaires à la continuité des approvisionnements.

Cette coordination est importante parce que plusieurs risques identifiés dans le projet M54 sont aggravés par le manque d'information, les délais de décision ou la faible synchronisation entre les intervenants. Un planning intégrant les risques peut devenir un support commun de coordination, dans lequel les responsabilités, les jalons, les dépendances et les actions de maîtrise sont visibles pour l'ensemble des acteurs concernés.

7.6 Une meilleure maîtrise des coûts et de la qualité

Même si notre recherche porte principalement sur la planification et les délais, les résultats montrent que l'intégration des risques dans le planning peut également contribuer à une meilleure maîtrise des coûts et de la qualité. En effet, les retards génèrent souvent des coûts supplémentaires : prolongation de chantier, immobilisation des moyens, reprises, achats urgents, litiges ou pénalités. De même, les non-conformités et les erreurs d'exécution entraînent des corrections, des essais complémentaires ou des substitutions de matériaux.

En intégrant les risques dans la planification, il devient possible d'éviter certaines dépenses imprévues. Par exemple, une meilleure anticipation des approvisionnements peut réduire le recours aux achats urgents. Une meilleure planification des reconnaissances de réseaux peut éviter les arrêts de chantier et les pertes de matériaux. Une meilleure prise en compte des essais et validations qualité peut réduire les reprises. Une meilleure intégration des exigences HSE peut limiter les arrêts liés aux accidents ou aux non-conformités sécurité.

L'intégration de la gestion des risques peut donc renforcer la cohérence entre les trois dimensions du projet : délai, coût et qualité. Elle permet de ne plus traiter ces dimensions séparément, mais de comprendre que toute décision sur le planning peut avoir un effet sur le budget et sur la qualité d'exécution.

7.7 Une contribution à la replanification du projet

L'un des apports concrets de notre recherche est de montrer que la gestion des risques peut servir de base à une replanification plus réaliste du projet. Le projet M54 dispose déjà d'un planning contractuel, mais les résultats montrent que certains risques doivent être intégrés de manière plus explicite dans la mise à jour du planning. Cette replanification ne consiste pas seulement à décaler des dates après la survenue d'un retard ; elle consiste à intégrer les causes probables de retard dans la structure même du planning.

Dans cette logique, la replanification devrait tenir compte des risques les plus critiques identifiés dans l'analyse. Les activités liées aux études, aux reconnaissances géotechniques, aux réseaux, aux autorisations, aux rapports CTC, aux approvisionnements critiques, à la qualité et au HSE devraient être traitées comme des activités sensibles. Pour chacune d'elles, il serait nécessaire d'identifier les risques associés, les actions de maîtrise, les marges éventuelles, les responsables et les jalons de contrôle.

L'utilisation d'un outil de planification comme Primavera peut faciliter cette intégration. Le planning peut être enrichi par l'ajout d'activités préventives, de jalons de validation, de liens logiques avec les tâches dépendantes, de marges de sécurité et de suivis spécifiques pour les risques critiques. Les risques issus de l'AMDEC peuvent être traduits dans le planning sous forme d'activités de maîtrise ou de points de contrôle. Par exemple, le risque lié aux réseaux existants peut donner lieu à des tâches de reconnaissance et de validation avant les travaux concernés; le risque d'approvisionnement peut donner lieu à des jalons de commande, de réception, d'essai et de validation; le risque CTC peut être intégré à travers des jalons de réception des rapports et de décision technique.

Cette approche permettrait de rendre le planning plus opérationnel. Elle aiderait à passer d'un planning qui décrit ce qui doit être fait à un planning qui intègre aussi les conditions nécessaires pour que les activités puissent réellement être exécutées.

7.8 Limites de l'apport attendu

Il est toutefois important de préciser que l'intégration de la gestion des risques dans la planification ne permet pas d'éliminer totalement les retards. Certains risques restent difficilement maîtrisables, notamment ceux liés aux décisions externes, aux réactions des riverains, aux aléas géotechniques ou aux conditions imprévues du terrain. L'objectif n'est donc pas de supprimer l'incertitude, mais de réduire ses effets, d'améliorer la réactivité du projet et de rendre les décisions plus rapides et mieux préparées.

Cette intégration ne garantit pas non plus une réduction automatique de la durée globale du projet. Dans certains cas, elle peut conduire à ajouter des activités préventives ou des marges,

ce qui peut donner l'impression d'un planning plus long. Cependant, cette approche permet d'éviter des retards plus graves en phase d'exécution. Un planning intégrant les risques peut donc être moins optimiste, mais plus réaliste.

L'apport principal réside ainsi dans l'amélioration de la maîtrise. Un projet peut rester exposé à des aléas, mais disposer d'un meilleur système pour les anticiper, les suivre, les traiter et les intégrer dans les décisions de planification. C'est cette logique qui correspond le mieux aux besoins du projet M54.

7.9 Synthèse de l'apport de l'intégration

L'intégration de la gestion des risques dans la planification du projet M54 présente plusieurs apports majeurs. Elle permet d'abord d'anticiper les risques avant leur apparition, en prévoyant des activités de reconnaissance, de validation et de contrôle. Elle permet ensuite de hiérarchiser les risques, en reliant les niveaux de criticité issus de l'AMDEC aux activités du planning. Elle contribue également à améliorer la fiabilité du planning, en tenant compte des contraintes réelles du terrain et des dépendances externes. Elle renforce la maîtrise des délais, en protégeant les activités critiques et en réduisant les effets de cascade. Elle améliore enfin la coordination entre les services, ainsi que la maîtrise des coûts et de la qualité.

Dans le cas du projet M54, cette intégration apparaît comme une nécessité managériale. Les résultats montrent que plusieurs risques importants étaient déjà identifiés, mais que leur effet sur le planning devait être davantage formalisé. L'enjeu n'est donc pas seulement de connaître les risques, mais de les traduire dans la planification. Cela signifie que chaque risque critique doit être relié à une activité, à un responsable, à un délai de traitement, à une action de maîtrise et à un mécanisme de suivi.

Ainsi, l'apport principal de notre recherche est de montrer que la planification des projets de travaux publics gagne en fiabilité lorsqu'elle intègre explicitement la gestion des risques. Dans le projet M54, cette intégration permettrait de passer d'un planning principalement orienté vers l'exécution des tâches à un planning orienté vers la maîtrise des incertitudes. Elle contribuerait donc à renforcer la maîtrise des délais, à limiter les surcoûts, à préserver la qualité et à améliorer le pilotage global du projet.

8 Recommandations managériales et opérationnelles

À partir des résultats obtenus dans ce chapitre, il apparaît que le projet M54 ne manque pas uniquement d'identification des risques. Plusieurs risques sont déjà connus à travers les entretiens, l'AMDEC, les documents internes et les actions correctives. La difficulté principale réside plutôt dans la manière de transformer ces risques en décisions de planification.

Autrement dit, l'enjeu n'est pas seulement de disposer d'une liste de risques, mais de faire en sorte que chaque risque important soit relié à une activité du planning, à un responsable, à une action de maîtrise et à un délai de traitement.

Les recommandations proposées ci-dessous visent donc à renforcer l'intégration de la gestion des risques dans la planification du projet M54. Elles gardent une orientation managériale et opérationnelle, sans entrer dans une logique trop technique. L'objectif est de proposer des solutions applicables dans un contexte réel de travaux publics, en tenant compte des moyens existants, de l'organisation du projet et des contraintes observées sur le terrain.

8.1 Mettre en place un planning lié aux risques

La première recommandation consiste à faire évoluer le planning du projet vers un outil de pilotage des risques. Actuellement, le planning permet de suivre les activités, les dates et l'avancement. Toutefois, les résultats de notre analyse montrent que certains risques importants restent encore traités séparément du planning. Il est donc recommandé de rattacher les risques majeurs aux activités qu'ils peuvent affecter.

Concrètement, chaque activité sensible du planning devrait être accompagnée d'informations simples : le risque associé, le responsable chargé du suivi, l'état du risque, l'action prévue et le délai de traitement. Par exemple, une activité liée à la réalisation d'un pieu dans une zone exposée aux réseaux enterrés devrait mentionner le risque d'interférence avec un réseau existant, l'état des reconnaissances, les validations nécessaires et la personne responsable du suivi. De la même manière, une activité dépendant d'un rapport CTC, d'une autorisation ou d'un fournisseur devrait être clairement reliée à cette dépendance.

Cette recommandation peut être appliquée progressivement. Si l'entreprise utilise Primavera, il est possible d'ajouter des codes ou des champs spécifiques aux activités. Si le projet ne dispose pas encore d'un logiciel complet de gestion de projet, la même logique peut être appliquée avec un tableau Excel structuré, puis reliée plus tard à un outil comme Power BI, MS Project ou Primavera. L'essentiel n'est pas le logiciel utilisé, mais le fait de relier le risque à l'activité concernée. Cette recommandation permettrait de passer d'un planning qui décrit les tâches à un planning qui aide réellement à anticiper les blocages.

8.2 Créer une cartographie numérique des réseaux enterrés

La deuxième recommandation concerne la maîtrise des réseaux existants. L'analyse du projet M54 a montré que les réseaux non répertoriés ou mal localisés constituent l'un des risques les plus importants pour la planification. Le cas observé du collecteur d'assainissement touché lors de la réalisation d'un pieu illustre clairement cette problématique. Ce type d'incident

peut provoquer un arrêt des travaux, une perte de matériaux, une modification technique et un retard.

Il est donc recommandé de créer une cartographie numérique progressive des réseaux enterrés, en commençant par les zones les plus sensibles du projet : Taleb Abderrahmane, Triolet, Trois Horloges, PV8 et les zones proches des ouvrages souterrains. Cette cartographie devrait regrouper les plans disponibles, les informations fournies par les concessionnaires, les résultats des fouilles de reconnaissance, les observations du chantier et les réseaux découverts pendant l'exécution.

Cette solution ne nécessite pas forcément un système coûteux au départ. Elle peut commencer par une carte simple sous QGIS, Google Earth professionnel, ArcGIS ou même un plan partagé mis à jour régulièrement. L'objectif est de disposer d'une « version unique» de l'information sur les réseaux, au lieu d'avoir des informations dispersées entre les services. À chaque fois qu'un réseau est confirmé sur le terrain, il doit être ajouté à cette base avec sa localisation, sa nature, son niveau de fiabilité et les photos disponibles.

Cette recommandation permettrait de réduire les risques d'interférence, d'améliorer la préparation des travaux et de renforcer la coordination avec les concessionnaires. Elle représente une mesure prioritaire, car elle répond directement à l'un des risques les plus critiques du projet.

8.3 Ajouter des jalons de validation avant les activités critiques

La troisième recommandation consiste à introduire des jalons de validation avant le lancement des activités sensibles. Les résultats ont montré que plusieurs tâches peuvent être bloquées parce qu'une étude, une autorisation, un rapport, un essai ou une validation n'est pas encore disponible. Dans ce cas, le planning peut donner l'impression qu'une activité est prête, alors qu'en réalité les conditions nécessaires à son exécution ne sont pas réunies.

Pour éviter cette situation, il est recommandé d'intégrer des jalons de validation dans le planning. Ces jalons peuvent concerner, par exemple, la validation des études d'exécution, la confirmation des données géotechniques, la réception des rapports CTC, la validation des plans de déviation des réseaux, l'obtention des autorisations de voirie, la disponibilité des matériaux et la validation des procédures HSE.

Cette recommandation permettrait d'éviter le lancement prématuré d'activités non prêtes. Elle permettrait aussi de rendre visibles les conditions préalables à l'exécution. Par exemple, une tâche de travaux ne devrait pas être considérée comme réellement prête si les études ne sont pas validées, si les réseaux ne sont pas identifiés, si les essais qualité ne sont pas réalisés ou si les autorisations nécessaires ne sont pas obtenues.

Cette logique rend le planning plus réaliste. Elle peut parfois donner l'impression d'ajouter des étapes, mais elle permet en réalité d'éviter des arrêts plus coûteux pendant l'exécution. Elle est particulièrement importante pour les travaux souterrains, les zones proches des réseaux, les ouvrages sensibles et les activités situées sur le chemin critique.

8.4 Mettre en place un tableau de bord d'alerte précoce

La quatrième recommandation porte sur la mise en place d'un tableau de bord d'alerte précoce. L'objectif n'est pas de complexifier la gestion du projet, mais de donner aux responsables une vision rapide des risques qui peuvent provoquer un retard dans les semaines à venir.

Ce tableau de bord peut commencer de manière simple, avec trois couleurs : vert, orange et rouge. Le vert indique que l'activité est maîtrisée, l'orange indique qu'un risque existe mais reste contrôlable, et le rouge indique qu'une décision urgente est nécessaire. Les indicateurs suivis peuvent être très simples : activités du chemin critique en retard, autorisations non obtenues, rapports CTC non reçus, risques RB3 non traités, fournisseurs en retard, non-conformités ouvertes, réseaux non clarifiés, plaintes de riverains ou décisions techniques en attente.

À moyen terme, cette logique peut évoluer vers une aide à la décision basée sur l'intelligence artificielle. Il ne s'agit pas de remplacer le responsable planning ou les chefs de projet, mais de les aider à détecter les signaux faibles. Par exemple, un système simple pourrait analyser chaque semaine les retards, les non-conformités, les approvisionnements, les autorisations et les risques ouverts pour signaler les activités les plus susceptibles de glisser. Dans une première étape, cela peut être fait avec des règles simples dans Excel ou Power BI. Dans une deuxième étape, lorsque les données deviennent plus propres et plus régulières, un modèle d'IA simple peut être utilisé pour prévoir les risques de retard.

Cette recommandation est créative mais reste applicable. Elle ne nécessite pas de commencer directement par une solution avancée. Le projet peut d'abord construire un tableau de bord manuel, puis l'automatiser progressivement. L'intérêt principal est de passer d'un suivi réactif à un suivi préventif.

8.5 Créer une base de retour d'expérience du projet

La cinquième recommandation consiste à mettre en place une base de retour d'expérience, appelée aussi base REX. L'analyse du projet M54 a montré que certains événements importants, comme le collecteur non répertorié, l'opposition des riverains à la centrale à béton, les retards CTC ou les problèmes liés au sous-traitant LCTP, constituent des enseignements très utiles pour la suite du projet et pour les futurs projets.

Cependant, si ces événements restent uniquement dans les mémoires individuelles ou dans des échanges informels, l'organisation risque de répéter les mêmes erreurs. Il est donc recommandé de formaliser chaque incident important dans une fiche simple de retour d'expérience. Cette fiche devrait contenir la date, la zone concernée, l'activité impactée, le risque observé, la cause probable, l'impact sur le délai, le coût ou la qualité, la solution adoptée et la recommandation pour les prochaines situations similaires.

Cette base REX peut être construite avec des moyens simples : un dossier partagé, un tableau Excel, un formulaire Microsoft Forms, Google Forms ou un outil interne. L'essentiel est que l'information soit structurée, accessible et réutilisable. Par exemple, avant de lancer une nouvelle activité dans une zone sensible, le responsable planning ou technique pourrait consulter les incidents déjà enregistrés pour vérifier si un risque similaire a déjà été rencontré.

Cette recommandation permettrait de transformer les problèmes rencontrés en apprentissage organisationnel. Elle est particulièrement utile pour Cosider Travaux Publics, car les pro-jets d'infrastructures se répètent souvent avec des contraintes similaires : réseaux enterrés, autorisations, approvisionnements, riverains, études et sous-traitance.

8.6 Renforcer la gestion des sous-traitants et fournisseurs critiques

La sixième recommandation concerne les sous-traitants et fournisseurs. Le projet M54 a montré que la défaillance d'un sous-traitant ou le retard d'un fournisseur peut avoir un impact direct sur la planification. Le cas du LCTP est particulièrement révélateur, car il a affecté les reconnaissances nécessaires à la préparation technique du projet.

Il est donc recommandé de mettre en place une gestion différenciée des sous-traitants et fournisseurs critiques. Tous les fournisseurs ne présentent pas le même niveau de risque. Certains sont liés à des activités secondaires, tandis que d'autres conditionnent directement le chemin critique. Les fournisseurs et sous-traitants critiques doivent donc être identifiés, évalués et suivis de manière plus stricte.

Pour ces acteurs critiques, il serait utile de mettre en place un système d'alerte précoce contractuel et opérationnel. Le fournisseur ou sous-traitant devrait signaler tout retard probable dès son apparition, et non après que le retard soit devenu irréversible. Il serait également recommandé de prévoir des fournisseurs alternatifs pour les matériaux sensibles, des clauses de remplacement en cas de défaillance, ainsi qu'un suivi hebdomadaire des engagements des sous-traitants.

Cette recommandation permettrait de limiter la dépendance du projet à un seul acteur. Elle renforcerait également la capacité du projet à réagir rapidement en cas de retard, de rupture de stock ou de non-conformité.

8.7 Créer une cellule de coordination risques–planning

La septième recommandation est de créer une cellule de coordination risques–planning. Les résultats de l'enquête ont montré que les risques du projet M54 sont transversaux. Ils concernent le planning, les études, les travaux, le HSE, la qualité, les approvisionnements, la finance, les sous-traitants et les parties prenantes externes. Il est donc insuffisant de traiter les risques séparément dans chaque service.

Cette cellule ne doit pas nécessairement être une nouvelle structure lourde. Elle peut prendre la forme d'une réunion courte et régulière, organisée chaque semaine ou toutes les deux semaines, avec les responsables concernés. L'objectif serait d'examiner les risques susceptibles d'affecter les activités critiques des prochaines semaines. Chaque risque important devrait être associé à une décision, un responsable et une date limite.

La cellule pourrait suivre les risques liés aux études non validées, aux autorisations manquantes, aux rapports CTC, aux approvisionnements critiques, aux réseaux non clarifiés, aux problèmes HSE, aux non-conformités qualité et aux décisions techniques en attente. Cette coordination permettrait de réduire les délais de décision et d'éviter que certains risques restent bloqués entre plusieurs services.

Cette recommandation est l'une des plus importantes sur le plan managérial. Elle ne repose pas seulement sur un outil, mais sur une nouvelle discipline de coordination. Elle permettrait de faire du planning un support commun de discussion entre les services.

8.8 Mieux gérer les parties prenantes externes et les riverains

La huitième recommandation concerne la gestion des parties prenantes externes. Le projet M54 a montré que les retards ne proviennent pas uniquement de contraintes techniques. Les rapports CTC, les autorisations, les concessionnaires, les riverains et les autorités locales peuvent aussi influencer directement le planning.

L'opposition des riverains à l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet montre que l'acceptabilité sociale du chantier est un facteur de réussite. Il est donc recommandé de mettre en place une cellule ou un registre de suivi des parties prenantes externes. Ce registre devrait suivre les autorisations en attente, les engagements des concessionnaires, les rapports attendus, les réclamations des riverains, les actions de communication et les mesures de réduction des nuisances.

Avant les activités sensibles, le projet devrait prévoir une communication plus anticipée avec les riverains et les autorités locales. Cela peut inclure des informations sur les horaires de travaux, les nuisances prévues, les mesures de réduction du bruit et de la poussière, ainsi que

les contacts à utiliser en cas de réclamation. L'objectif n'est pas seulement de communiquer, mais de réduire les risques de blocage social ou administratif.

Cette recommandation permettrait de mieux intégrer les contraintes externes dans la planification. Elle est particulièrement importante dans un projet urbain comme le M54, où le chantier est en contact direct avec les habitants, les routes, les commerces, les bâtiments et les réseaux existants.

8.9 Lancer un projet pilote de digitalisation progressive

La neuvième recommandation consiste à lancer un projet pilote de digitalisation progressive, centré sur une zone limitée du projet. Il ne serait pas réaliste de recommander une transformation numérique complète et immédiate. En revanche, il est pertinent de proposer un pilote simple, appliqué à une zone à fort risque, comme le corridor PV8/PV7 ou la zone de Taleb Abderrahmane.

Ce pilote pourrait intégrer plusieurs éléments : un planning lié aux risques, une carte numérique des réseaux, un tableau de bord d'alerte, une base REX et des jalons de validation. À terme, il pourrait évoluer vers une logique de maquette 4D ou de jumeau numérique léger. Le principe serait de visualiser, pour une zone donnée, les activités planifiées, les réseaux existants, les risques ouverts, les autorisations nécessaires et les contraintes techniques.

Il ne s'agit pas de créer un système complexe réservé aux ingénieurs informatiques. L'objectif est plutôt de donner aux managers du projet une meilleure vision des interfaces. Par exemple, avant de lancer une activité, le responsable pourrait vérifier sur un seul support si les plans sont validés, si les réseaux sont clarifiés, si les autorisations sont obtenues, si les matériaux sont disponibles et si les risques HSE sont maîtrisés.

Cette recommandation est ambitieuse, mais elle reste applicable si elle est lancée progressivement. Elle permettrait au projet M54 de tester une nouvelle manière de piloter les risques, avant de généraliser la méthode à d'autres zones ou à d'autres projets.

8.10 Tableau de synthèse des recommandations

Le tableau suivant présente de manière synthétique les principales recommandations formulées dans le cadre de cette recherche.

TAB. 6 : Synthèse des recommandations proposées

Recommandation	Objectif principal	Effet attendu sur le projet
Lier les risques aux activités du planning	Transformer le planning en outil de pilotage des risques	Meilleure anticipation des retards
Cartographier les réseaux enterrés	Réduire les surprises liées aux réseaux non répertoriés	Moins d'arrêts de travaux et de reprises
Ajouter des jalons de validation	Vérifier que les conditions sont réunies avant l'exécution	Planning plus réaliste
Créer un tableau de bord d'alerte	Détecter les risques avant qu'ils deviennent des retards	Réactivité plus rapide
Mettre en place une base REX	Capitaliser les incidents et éviter leur répétition	Apprentissage organisationnel
Renforcer le suivi des fournisseurs et sous-traitants critiques	Réduire les risques liés aux acteurs externes	Moins de ruptures et de retards
Créer une cellule risques–planning	Améliorer la coordination entre services	Décisions plus rapides
Suivre les parties prenantes et riverains	Réduire les blocages sociaux et administratifs	Meilleure acceptabilité du chantier
Lancer un pilote de digitalisation progressive	Tester une approche moderne sans transformation lourde	Meilleur pilotage des interfaces

Source : élaboré par l'auteur à partir des résultats de l'analyse.

8.11 Synthèse des recommandations

Les recommandations proposées visent à faire évoluer la gestion du projet M54 vers une logique plus anticipative, plus coordonnée et plus intégrée. Le point central n'est pas d'ajouter un outil supplémentaire sans lien avec les pratiques existantes, mais de relier les outils déjà disponibles : l'AMDEC, le planning, les actions correctives, les comptes rendus, les données de terrain, les approvisionnements et les validations techniques.

L'idée principale peut être résumée ainsi : le projet M54 ne doit pas gérer les risques à côté du planning, mais à travers le planning. Cela signifie que les risques majeurs doivent être intégrés dans les activités, les jalons, les responsabilités, les délais de décision et les actions

de maîtrise. Cette approche permettrait de rendre le planning plus réaliste, de mieux protéger les activités critiques, de réduire les effets de cascade et de renforcer la maîtrise des délais.

Ces recommandations restent adaptées au contexte du projet, car elles peuvent être appliquées progressivement. Certaines mesures sont organisationnelles et peu coûteuses, comme la cellule risques–planning, les jalons de validation ou la base REX. D'autres sont plus technologiques, comme la cartographie numérique, le tableau de bord d'alerte ou le pilote de digitalisation. Ensemble, elles constituent une contribution managériale concrète à l'intégration de la gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les projets de travaux publics occupent une place importante dans le développement des infrastructures et dans l'amélioration des services collectifs. Toutefois, leur réalisation reste fortement exposée à des contraintes multiples liées aux études, aux conditions du terrain, aux réseaux existants, aux autorisations administratives, aux approvisionnements, aux sous-traitants, à la qualité, à la sécurité et aux parties prenantes externes. Dans ce contexte, la planification ne peut pas être considérée comme un simple calendrier d'exécution. Elle constitue un outil central de pilotage permettant d'organiser les activités, de coordonner les intervenants, de suivre l'avancement et de maîtriser les objectifs de délai, de coût et de qualité.

C'est dans cette perspective que s'inscrit ce mémoire, portant sur le thème : « Contribution à l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics », appliqué au cas du projet M54 d'extension du métro d'Alger, réalisé par COSIDER Travaux Publics. Le choix de ce terrain s'explique par la complexité du projet, son implantation en milieu urbain dense, la multiplicité des intervenants et l'existence de contraintes réelles ayant une incidence directe sur la planification. Les documents internes du projet montrent notamment que le respect des délais constitue un point de vigilance important, ce qui renforce la pertinence du sujet étudié.

La question principale qui a guidé cette recherche était la suivante : dans quelle mesure l'intégration d'une approche de gestion des risques peut-elle contribuer à améliorer la planification des projets de travaux publics ? Pour répondre à cette question, notre travail s'est fixé comme objectif général d'analyser la contribution de la gestion des risques à la fiabilité de la planification, à l'anticipation des aléas et à la maîtrise globale du projet. Cet objectif a été décliné à travers l'identification des risques majeurs du projet M54, l'analyse de leurs impacts sur les délais, les coûts et la qualité, ainsi que la proposition de recommandations managériales et opérationnelles adaptées au contexte du projet.

Sur le plan méthodologique, nous avons retenu une approche qualitative, fondée sur l'analyse documentaire, l'exploitation de documents internes du projet, les entretiens semi-directifs et l'analyse de l'AMDEC. Les entretiens réalisés auprès de responsables relevant de plusieurs fonctions du projet — planning, direction technique, études, HSE, qualité, approvisionnement, finance et comptabilité — ont permis d'obtenir une vision transversale des risques. L'AMDEC a permis, quant à elle, de structurer l'analyse en mettant en relation les causes probables, les effets, la probabilité, la gravité et le niveau de criticité des risques.

Les résultats obtenus ont montré que les risques affectant la planification du projet M54 sont multiples et interdépendants. Les risques les plus significatifs concernent principalement les retards d'études, les données d'entrée insuffisantes, les réseaux existants non répertoriés, les contraintes géotechniques, les retards des rapports CTC, les difficultés d'approvisionnement, la défaillance de certains sous-traitants, les autorisations administratives, les contraintes sociales liées aux riverains, les non-conformités qualité et les risques HSE. Ces risques ne produisent

pas seulement des retards isolés ; ils peuvent générer des effets en chaîne sur l'ensemble du projet.

L'analyse a également montré que les risques ont un impact simultané sur les délais, les coûts et la qualité. Un retard d'étude peut bloquer une activité, entraîner une reprise technique et générer des coûts supplémentaires. Un réseau non répertorié peut provoquer un arrêt de chantier, une modification de méthode et une consommation supplémentaire de matériaux. Une non-conformité peut affecter la qualité, provoquer une reprise et retarder l'avancement. Une autorisation tardive ou un rapport externe non reçu peut bloquer une activité même lorsque les moyens internes sont disponibles. Ces constats confirment que la planification doit intégrer les risques de manière globale, et non les traiter séparément après leur apparition.

Au regard de ces résultats, nous pouvons affirmer que l'intégration de la gestion des risques contribue à améliorer la planification des projets de travaux publics, non pas en supprimant totalement les aléas, mais en permettant de mieux les anticiper, les hiérarchiser, les suivre et les traiter. Dans le cas du projet M54, cette intégration permettrait de rendre le planning plus réaliste, de mieux protéger les activités critiques, de renforcer la coordination entre les services et de limiter les écarts entre la planification prévisionnelle et l'exécution réelle. Elle permettrait également de relier les risques identifiés dans l'AMDEC aux activités du planning, aux responsables concernés, aux jalons de validation et aux actions de maîtrise.

La principale contribution managériale de ce mémoire réside donc dans l'idée que le projet ne doit pas gérer les risques à côté du planning, mais à travers le planning. Cette logique suppose de rattacher les risques majeurs aux activités qu'ils peuvent affecter, d'introduire des jalons de validation avant les tâches critiques, de renforcer les reconnaissances préalables des réseaux et du terrain, de mieux suivre les sous-traitants et fournisseurs critiques, de formaliser une base de retour d'expérience, et de mettre en place une cellule de coordination risques–planning. Elle peut également être renforcée par des outils technologiques progressifs, tels qu'une cartographie numérique des réseaux, un tableau de bord d'alerte précoce ou un pilote de digitalisation appliqué aux zones sensibles du projet.

Ainsi, ce travail met en évidence que l'amélioration de la planification ne dépend pas uniquement de l'utilisation d'un logiciel ou de la mise à jour des dates. Elle dépend surtout de la capacité de l'organisation à intégrer les incertitudes dans le processus de décision. Un planning efficace doit permettre non seulement de prévoir les activités, mais aussi d'identifier les conditions nécessaires à leur réalisation, les risques qui peuvent les bloquer, les responsables chargés de les suivre et les actions à mettre en œuvre pour les maîtriser.

Toutefois, cette recherche présente certaines limites. La première limite concerne la nature qualitative de l'étude. Les résultats reposent sur des entretiens, des documents internes et une analyse de cas, ce qui permet une compréhension approfondie du projet M54, mais ne permet pas une généralisation statistique à tous les projets de travaux publics. La deuxième

limite concerne l'accès à certaines données sensibles, notamment les informations financières détaillées, les responsabilités contractuelles ou certains éléments de décision interne. La troisième limite est liée au fait que les recommandations proposées n'ont pas toutes été testées opérationnellement sur toute la durée du projet. Elles constituent donc des pistes d'amélioration à mettre en œuvre progressivement et à évaluer dans la pratique.

Ces limites ouvrent plusieurs perspectives de recherche. Des travaux futurs pourraient approfondir cette étude à travers une analyse quantitative des risques, par exemple en utilisant des méthodes de simulation pour mesurer l'effet des risques sur les délais et les coûts. Il serait également pertinent de tester l'intégration directe de l'AMDEC dans un planning Primavera, afin d'observer concrètement l'effet de cette intégration sur le suivi des activités critiques. D'autres recherches pourraient porter sur l'utilisation de tableaux de bord numériques, de systèmes d'alerte précoce ou d'outils d'intelligence artificielle pour améliorer la prévision des retards dans les projets de travaux publics.

En définitive, ce mémoire montre que la gestion des risques constitue un levier important pour renforcer la planification des projets de travaux publics. Le cas du projet M54 confirme que les aléas techniques, administratifs, sociaux, financiers et organisationnels peuvent fortement perturber le déroulement prévu des activités. L'intégration de ces risques dans la planification permet donc de passer d'une logique de réaction à une logique d'anticipation. Elle contribue à rendre le planning plus fiable, plus réaliste et plus utile pour le pilotage du projet. C'est dans cette capacité à relier les risques, les activités, les responsabilités et les décisions que réside la principale valeur ajoutée de l'approche proposée dans ce mémoire.

ANNEXES

Annexe A : Fiche d'identification du projet

cosider Travaux Publics كوسيدار	FICHE D'IDENTIFICATION D'UN PROJET	N° : ER.753.1. R1 Page 1 sur 1

CODE D'IDENTIFICATION DU PROJET : COSIDER TP M54

INFORMATION SUR LE PROJET

Désignation du projet :
Réalisation de l'extension du métro d'Alger
- Travaux préparatoires Taleb Abderrahmane - Trois horloges - Triolet.
- Génie civil, gros œuvres Place des Martyres Taleb Abderrahmane y compris tunnel et ouvrage de ventilation PV 08.

Localisation géographique : Bab el oued, Wilaya d'Alger
Nom du client : Entreprise du Métro d'Alger.
Nom du Directeur : Monsieur, BENSEFRAR Karim

Dates de :
a) **Notification N/Réf :** CD/DIM /DG/24/ N° 488 /HMT **Mise en vigueur :** le 23/09/2024
O.D.S : 31/10/2024

Délai de réalisation : Quarante Quatre (44) Mois.
Montant du marché : Montant total (TTC) exprimé en Dinars Algériens :
Huit Milliards Vingt Millions Quatre Cent Dix Sept Mille Neuf Cent Quatre Vingt Seize Dinars et Zéro Cinq Centimes (8 020 417 996,05 DA-TTC).

CONSISTANCE DU PROJET :

Les travaux prévus pour ce tronçon sont repartis en deux parties :

1ère partie : Les travaux préparatoires des stations Taleb Abderrahmane, Trois Horloges, Triolet et leurs ouvrages annexes à savoirs :
- Installation de chantier et déviation des réseaux concessionnaires ;
- Compagne de reconnaissance géotechnique complémentaire ;
- Compagne de vérification de l'état des lieux des bâtiments se trouvant sur la ligne d'influence en compagne du CTC ;
- La vérification de la polygonale.

2léme partie : La réalisation des travaux de gros œuvres et génie civil tronçon Station Place des Martyres - Station Taleb Abderrahmane de la ligne 1 du métro d'Alger à savoir :

- Installation de chantier et repliement ;
- L'établissement des études d'exécution ;
- Tunnel vouté pour double voie sur 5,55m du PK 39+262 ,659 au PK 39+257,109;
- Station Taleb Abderrahmane sur 122,00m du PK 39+257,109 au PK 39+135 ,109 ;
- Tunnel vouté pour double voie sur 214,451m du PK 39+135,109 au PK 38+920,658;
- Puits de ventilation PV8 avec la galerie de liaison au tunnel de voie au PK 38+920,658;
- Tunnel vouté pour double voie sur 85,549m du PK 38+920.658 AU PK 38+835,109.

Date : 08/09/2025

Visa du Directeur du chantier / Pôle :

BENSEFRAR Karim
Directeur de Projet

COSIDER TRAVAUX PUBLICS
cosider
Direction Projet
M54 / DTOS
Sis : W. D'ALGER

Annexe B : Guide d'entretien

cosider Travaux Publics كوسيدار	**Guide d'entretien**	المدرسة الوطنية العليا للمناجمنت Ecole Nationale Supérieure de Management

Thème :
Contribution à l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics

Objectifs :
Nous sommes étudiants en Master 2, spécialité Entrepreneuriat et Management de Projet, à l'École Nationale Supérieure de Management. Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous menons une recherche sur la contribution à l'intégration d'une approche de gestion des risques dans la planification des projets de travaux publics. À travers cet entretien, nous souhaitons recueillir votre avis et votre expérience concernant les risques susceptibles d'influencer la planification et les délais des projets. Les informations recueillies resteront confidentielles et seront utilisées uniquement à des fins académiques.

- Date : ……
- Poste : ……
- Service : ……
- Nombre d'année d'expérience…….

1. **Quel est votre rôle dans le projet M54 ?**
2. **Quelles sont les activités dont vous êtes responsable ?**
3. **Quelles sont les tâches du chemin critique les plus exposées aux retards dans le projet ?**
4. **Quels sont, selon vous, les principaux points critiques pouvant impacter le projet (délais, coûts, qualité) ?**
5. **Quels risques affectent le plus souvent votre travail ?**
6. **Quels risques ont le plus d'impact sur le planning du projet ?**
7. **Comment réagissez-vous face à ces risques lorsqu'ils surviennent ?**
8. **Avez-vous déjà rencontré des problèmes liés :**
   - **aux autorisations ;**
   - **aux parties prenantes ;**
   - **aux études ;**
   - **aux approvisionnements ?**
9. **Les délais du planning vous paraissent-ils réalistes face aux risques du projet ? Que faut-il améliorer pour éviter les retards ?**

Annexe C : Rapport des contraintes du projet

Introduction

Le projet de réalisation du métro de Bab El Oued portants sur les travaux préparatoires Taleb Abderrahmane -Trois horloges – Triolet et les travaux du Génie civil, gros Œuvres Place des Martyres -Taleb Abderrahmane y compris tunnel et ouvrage de ventilation PV8.
Ce projet constitue l'un des axes majeurs du développement du réseau de transport urbain d'Alger. Il vise à connecter le centre-ville d'Alger au quartier Bab El Oued afin de renforcer la mobilité urbaine, réduire la congestion routière et améliorer le transport public dans une zone densément peuplée. Ce rapport présente les contraintes rencontrées dans l'exécution du projet et les mesures mises en place pour y répondre.
L'analyse repose sur l'examen des documents techniques du projet, les réunions de coordination avec les services techniques (Sonelgaz, SEAAL, Algérie Télécom), les visites de chantier, les études géotechniques, ainsi que les observations de l'équipe d'ingénierie et de contrôle.

Depuis le démarrage du projet, plusieurs contraintes ont été identifiées en raison de sa nature particulièrement complexe, notamment la **réalisation des travaux en sous-œuvre** ainsi que leur implantation dans une **zone fortement urbanisée**. Ces conditions spécifiques ont généré des défis techniques, organisationnels et logistiques nécessitant des adaptations continues des méthodes d'exécution.

Les principales contraintes du projet :

1- LES CONTRAINTES TECHNIQUES

1-1 Collecteur M'Kacel :

Le collecteur constitue un ouvrage particulièrement sensible aux interférences en raison de sa structure en maçonnerie, de ses dimensions réduites (4,76 m × 2,90 m) et de sa proximité avec l'axe du tunnel projeté. Dans le cadre de l'APD, des modèles numériques ont été élaborés afin d'anticiper les interactions entre le terrain, le système de soutènement et cette structure existante. Des analyses complémentaires et plus détaillées seront menées lors de la phase des études d'exécution, afin de préciser ces interactions et d'assurer un contrôle rigoureux des déformations, aussi bien pour les ouvrages souterrains que pour les structures en surface.

Pour disposer d'informations plus précises nécessaires au développement des études d'exécution, notamment pour la conception architecturale de la station Taleb Abderrahmane, un levé topographique du collecteur devait être réalisé. Cependant, l'accès au collecteur a été temporairement interdit par Seaal durant la période hivernale. Ce levé a finalement pu être exécuté au mois de juin, confirmant la présence du collecteur à seulement deux mètres du puits d'accès et sa superposition avec le tunnel en mine sur une longueur d'environ 80 m.

Face à cette contrainte, il a été décidé de procéder à la délocalisation de la centrale vers le site de la Carrière Jaubert. Cependant, l'autorisation d'occupation de ce site n'a été obtenue que le 03/11/2025. Ce retard dans l'installation de la centrale à béton impacte directement le planning de fourniture du béton pour les travaux en cours et entraîne des conséquences sur l'avancement global du projet.

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

- Conception non conforme à certaines exigences normatives en mode **désenfumage** (risque de stagnation de fumées).
- Manque de cohérence avec les solutions appliquées.

Afin de garantir la conformité avec les normes NFPA et assurer une ventilation performante, il est recommandé de :

- Séparer les systèmes de ventilation des **stations** et des **tunnels**,
- Prévoir un système d'extraction adapté au mode congestionné et au désenfumage,
- Mettre à jour les débits, gaines et locaux techniques,
- Introduire une gaine d'insufflation dédiée si l'air de compensation est amené naturellement.

Cette approche n'entraînera pas d'impact sur l'accès et l'évacuation des passagers et permettra d'assurer une stratégie de ventilation sécuritaire et conforme pour la ligne Place des Martyrs Taleb Abderrahmane. Une validation de cette proposition est demandée afin de lancer les études détaillées.

2- CONTRAINTES ADMINITRATIVES

2-1 Les Rapports CTC

Une campagne de diagnostic technique de l'état des bâtiments situés dans l'emprise du tracé de la ligne de métro entre **Place des Martyrs** et **Taleb Abderrahmane**, incluant le tunnel et l'ouvrage de ventilation **PV08**, a été réalisée en collaboration avec le **CCTC-Centre**, laboratoire de contrôle technique et d'essais relevant de l'Organisme de Contrôle Technique de la Construction (CTC Algérie).

Cette opération a été achevée à la fin du mois de **février 2025**, avec un déficit de **337 logements non visités** et **28 refus d'accès**.

Le CTC-Centre s'est engagé à transmettre les rapports de diagnostic au fur et à mesure de leur élaboration. Cependant, huit (08) mois se sont écoulés depuis la fin des visites sans réception complète des rapports (réception de 65/87rapports), entraînant un retard dans l'analyse finale de l'état structurel des bâtiments et dans la prise de décision relative aux mesures préventives et aux interventions nécessaires.

3- CONTRAINTES SOCIALES

3-1 Installation de la centrale à béton

Lors de l'installation de la centrale à béton au niveau de la station Triolet, le 03/08/2025, l'acheminement des équipements a été interrompu en raison de l'opposition des riverains. Cette situation a empêché la mise en place de la centrale, pourtant indispensable pour l'approvisionnement du chantier en béton.

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

- Renforcement du soutènement provisoire (augmentation du nombre de tirants, ajout de bracons et butons).
- Réalisation de sondages carottés supplémentaires pour confirmer l'évolution latérale des sols et la profondeur d'ancrage des tirants.

Conclusion

Ces ajustements techniques, indispensables pour garantir la sécurité du terrain et des bâtiments avoisinants, ont entraîné une prolongation du délai d'étude. Cette extension est pleinement justifiée par l'obligation d'assurer la fiabilité, la conformité et la sécurité des ouvrages du projet.

1-7 L'état des bâtiments dans la zone d'influence du projet

L'inspection des rapports des bâtiments situés dans la zone d'influence du projet a révélé un état de dégradation avancé pour plusieurs d'entre eux. De nombreux immeubles présentent des **fissurations importantes affectant les éléments structuraux**, ainsi que des signes de vieillissement sévère susceptibles d'être aggravés par les travaux de creusement.

La majorité des structures inspectées par le CTC ont été **classées en Zone 4**, correspondant à un niveau de dégradation de **forte ampleur** nécessitant un suivi particulier et des mesures préventives renforcées.

Par ailleurs, un bâtiment identifié dont le rapport est sous la référence **N°76**, situé au niveau du puits de ventilation PV8, a été classé en **Zone 5**, soit le niveau de risque structural le plus élevé. Cet ouvrage présente un **danger imminent d'effondrement**.

En raison de sa fragilité extrême et du risque direct pour la sécurité publique ainsi que pour les travaux à venir, **sa démolition préalable a été retenue comme condition indispensable au démarrage des travaux dans ce secteur**.

1-8 Méthodologie de finalisation des études de ventilation du tronçon BEO

Dans le cadre de la finalisation des études de ventilation des stations et ouvrages du projet Bab El Oued, il est constaté que dossier d'Avant-Projet Détaillé (APD) relatif au Puits de Ventilation PV8 n'est pas suffisamment définis. Ce document, indispensable pour définir les exigences de conception et poursuivre les études d'exécution, doit être refait par le bureau d'études selon les informations confirmées auprès de l'EMA.

L'approche APD actuelle pour la ventilation, conçue il y a plus de dix ans, présente des insuffisances importantes, notamment :

- Absence de prise en compte du **mode congestionné**, ne permettant pas d'assurer des débits suffisants pour l'évacuation de chaleur.

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

l'étude géotechnique de l'Avant-Projet Détaillé (APD) et les résultats constatés in situ. Les principales divergences identifiées sont détaillées ci-après :

Station Taleb Abderrahmane

1. Conditions géologiques

- La nature et la succession des couches de sol diffèrent de manière notable par rapport aux indications du rapport géologique de l'APD.
- Les caractéristiques mécaniques des sols (résistance à la compression, modules pressiométriques, etc.) s'écartent sensiblement des hypothèses initiales, rendant nécessaire une mise à jour des paramètres de conception.

2. Niveau de la nappe phréatique

- **APD :** le niveau de la nappe estimé à environ **15,60 m**.
- **Résultats des sondages :** niveau mesuré à environ **6 m**.

Cette divergence importante a des impacts directs sur la stabilité des ouvrages, les méthodes constructives et les dispositions de drainage/pompage, nécessitant une révision des calculs et du système de soutènement provisoire.

Puits de Ventilation PV08

- **APD :** niveau de nappe estimé à **9,10 m**.
- **Résultats des sondages :** nappe identifiée à **5,34 m**, localisée dans une couche sableuse perméable.

Cette différence impose la mise en œuvre de mesures spécifiques pour assurer la stabilité des parois et maîtriser les venues d'eau pendant les travaux (drainage, pompage et contrôles renforcés).

Conséquences et mesures entreprises

Les écarts relevés ont conduit à :

- Une révision des hypothèses de calcul et des paramètres géotechniques initiaux,
- Une adaptation des solutions techniques afin de garantir la stabilité des ouvrages en fonction des conditions réelles du terrain.

Exemples d'ajustements réalisés au niveau du PV08 :

- Adoption de **pieux sécants Ø 800 mm** en remplacement des **pieux espacés Ø 600 mm** prévus dans l'APD.

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

1-5 Déviation du Réseau Gaz au niveau de la Station Taleb Abderrahmane

Concernant le réseau de gaz interférant avec la station, deux conduites ont été identifiées :

- Une conduite principale en acier DN200 située au niveau du boulevard Taleb Abderrahmane,
- Une seconde conduite DN40 localisée rue Lakhdar Saidi.

Ces informations ont été confirmées tant dans les plans APD que lors de la campagne de reconnaissance. Suite à cette confirmation, une demande de déviation a été adressée à Sonelgaz pour qu'elle prenne en charge les travaux. Sonelgaz a donné son accord et engagé une procédure de consultation afin de sélectionner une entreprise de réalisation. Toutefois, plusieurs consultations se sont avérées infructueuses sur une période prolongée, ce qui a retardé le lancement des travaux.

Face à cette situation, COSIDER a sollicité une dérogation auprès de Sonelgaz pour assurer elle-même la réalisation des travaux, sous supervision directe de Sonelgaz. Après obtention de cette autorisation, COSIDER a désigné une entreprise homologuée par Sonelgaz et a piloté les travaux de déviation. Ceux-ci ont été réalisés dans des délais raisonnables, compte tenu des contraintes administratives et techniques, notamment l'obtention des autorisations de voirie, la durée des travaux, les essais de conformité, la programmation des coupures pour le raccordement au réseau existant ainsi que la reprise des branchements individuels.

Chronologie des principales étapes :

- 06 octobre 2024 : première sortie sur site avec Sonelgaz
- 16 juillet 2025 : lancement des travaux de déviation
- 02 novembre 2025 : fin des travaux et remise en état des lieux

1-6 La compagne de reconnaissance géotechnique complémentaire

Dans le cadre de l'exécution du projet, une campagne de reconnaissance géotechnique complémentaire s'est avérée nécessaire afin d'affiner les paramètres de conception et de garantir la sécurité des ouvrages souterrains.

Toutefois, cette phase a été **impactée par un retard du sous-traitant LCTP,** chargé de la réalisation des sondages et essais in situ. Ce retard a entraîné un décalage dans la validation des données géotechniques et, par conséquent, dans la phase du développement des études d'exécution.

À la suite de la réalisation de la campagne géotechnique complémentaire sur le site du projet d'extension du Métro d'Alger, des écarts significatifs ont été observés entre les données issues de

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

Suite aux fouilles de reconnaissance effectuées sur site, plusieurs réseaux non cadastrés ont été identifiés, notamment le réseau télécom.
Concernant ce réseau, la principale difficulté réside dans la nature sensible des infrastructures existantes. En effet, plusieurs câbles présents sur site ne relèvent pas d'Algérie Télécom, mais appartiennent aux services de sûreté et de sécurité nationale, comme confirmé par les représentants d'Algérie Télécom. Cette situation rend toute intervention particulièrement délicate et soumise à des procédures spécifiques.

Un historique des actions menées peut être résumé comme suit :

- **06 octobre 2024** : première visite sur site effectuée conjointement avec les services d'Algérie Télécom pour la détection du réseau existant.
- **23 octobre 2024** : transmission par Algérie Télécom de l'étude de déviation à Cosider.
- **29 décembre 2024** : transmission du devis quantitatif et estimatif par Algérie Télécom.
- **02 Janvier 2025 au 25 Février 2025** : Approvisionnement et travaux de préfabrication et mise en place des chambres de tirage.
- **27 février 2025** : démarrage des opérations de tirage des câbles par Algérie Télécom.

À ce jour, les travaux de raccordement du nouveau réseau à l'existant n'ont pas encore été finalisés. Ce retard est principalement dû à la nécessité d'obtenir des autorisations de la part des services de sûreté et de sécurité nationale pour toute intervention sur leurs câbles intégrés au réseau existant.

1-4 Déviation du Réseau AEP au niveau de la Station Taleb Abderrahmane

Dans les plans APD de la station Taleb Abderrahmane, la présence d'un réseau AEP composé de plusieurs conduites de diamètres variés est identifiée. La conception initiale de la station permettait d'éviter toute interférence majeure avec ce réseau.

Toutefois, lors de la campagne de reconnaissance, plusieurs conduites non cadastrées et absentes dans les plans des concessionnaires ont été détectées. Cette situation a nécessité l'intervention à plusieurs reprises des services de la SEAAL afin de réaliser des diagnostics et de vérifier l'état de fonctionnement de ces conduites.

Par ailleurs, cette méconnaissance du réseau AEP existant a eu un impact direct sur l'avancement des travaux, notamment en compliquant et retardant les opérations de déviation d'autres réseaux, tels que l'assainissement et le gaz.

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

- La fermeture temporaire des commerces proches de la zone d'intervention
- L'abattage des arbres existants sur le trottoir

Solution 2 — Modification de la conception de la station

Compte tenu de la difficulté de dévier le collecteur Lazerges, il a été décidé de **modifier la conception des puits Nord et Sud** afin d'éviter son déplacement.

1.2.2) Collecteur Guillemin

Présentation et situation selon l'APD

Le collecteur Guillemin est un ouvrage en maçonnerie (DN 1200/800) datant également de l'époque coloniale. Il assure le drainage des eaux pluviales et des eaux de ruissellement du jardin Taleb Abderrahmane.

Selon l'APD, il interfère directement avec les puits Nord et Sud de la station et devait donc être dévié.

Situation réelle constatée lors des fouilles

La campagne de reconnaissance a confirmé la position du collecteur telle qu'indiquée dans l'APD, ainsi que son rôle de contrainte majeure pour la construction de la station.

Travaux de levée de la contrainte

Une étude de déviation du collecteur a été engagée. Toutefois, elle a dû être **modifiée à plusieurs reprises** pour s'adapter :

- À la nouvelle conception de la station
- Aux conditions réelles du site mises en évidence pendant les travaux, notamment :
  - Découverte d'un déversoir d'orage non répertorié
  - Présence d'un caniveau sous l'avenue Colonel Lotfi
  - Identification de nombreuses conduites AEP nécessitant coordination avec DH/WA et SEAAL

L'obstacle principal ayant entraîné un **retard majeur** est la conduite **AEP DN 600 au niveau du boulevard Colonel Lotfi**, dont la position et la cote n'étaient pas connues précisément. Sa découverte lors de la traversée de la chaussée a contraint à :

- Déposer la totalité du réseau déjà posé
- Reprendre l'étude et adapter les cotes au nouvel état réel.

1-3 Déviation des réseaux Télécom non cadastrés :

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

Cette configuration particulière impose une vigilance renforcée ainsi que la mise en place de mesures d'ingénierie adaptées afin de prévenir toute déformation, affaissement ou perturbation du réseau existant.

1-2 Les réseaux d'assainissement interférant à la station Taleb Abderrahmane

Dans l'étude APD, deux collecteurs principaux interféraient avec l'implantation de la station telle que définie dans les plans :

- **Le collecteur Lazerges**
- **Le collecteur Guillemin**

1.2.1) Collecteur Lazerges

Présentation et situation selon l'APD

Le collecteur Lazerges est un ouvrage d'assainissement en maçonnerie (DN 1800/1000) datant de la période coloniale. Il collecte les eaux usées provenant de l'avenue Mohamed Boubella, de la rue Mustapha Allouche et du boulevard Taleb Abderrahmane (côté Est du jardin).

Dans l'APD, ce collecteur présentait une interférence limitée avec le puits Nord de la station. Il était prévu de substituer les pieux de blindage du puits Nord par des micropieux afin d'éviter sa déviation. Cependant, du côté Sud, sa position à l'axe du puits rendait nécessaire sa déviation.

Situation réelle constatée lors des fouilles

La campagne de reconnaissance a révélé que le collecteur est en réalité situé **dans l'axe de la chaussée du boulevard Taleb Abderrahmane**, c'est-à-dire **à l'intérieur du puits Nord**, et non en périphérie comme indiqué dans l'APD. Cela représente une contrainte majeure rendant sa déviation indispensable.

Méthodes envisagées pour le levé de la contrainte

Solution 1 — Déviation du collecteur

Cette option a été envisagée en premier lieu, mais elle s'est révélée extrêmement complexe en raison de :

- La fermeture nécessaire de l'avenue Mohamed Boubella pour réaliser un regard d'interception
- La mise en place d'un blindage en micropieux pour protéger les réseaux existants
- La déviation des réseaux (caméra de surveillance, Gaz, AEP) présents sur le trottoir destiné au passage du nouveau collecteur

Annexe C : Rapport des contraintes du projet (suite)

Références bibliographiques

Références

[1] AFITEP, 1996. *Dictionnaire de management de projet*. Paris : AFNOR.

[2] AFITEP/AFNOR, 2010. *Dictionnaire de management de projet*. 5e éd. La Plaine-Saint-Denis : AFNOR Éditions.

[3] AFNOR, 2003. *Management de projet : terminologie*. Paris : Association francaise de normalisation.

[4] BARTHÉLEMY, Bernard et COURRÈGES, Philippe, 2004. *Gestion des risques : méthode d'optimisation globale*. 2e éd. Paris : Éditions d'Organisation.

[5] CORBEL, Jean-Claude, 2012. *Management de projet : fondamentaux, méthodes, outils*. 3e éd. Paris : Eyrolles.

[6] GIDO, Jack, CLEMENTS, James P. et BAKER, Rose, 2018. *Successful Project Management*. Boston : Cengage Learning.

[7] ISO, 1997. *ISO 10006 : Management de la qualité – Lignes directrices pour la qualité en management de projet*. Geneve : Organisation internationale de normalisation.

[8] ISO, 2012. *ISO 21500 : Lignes directrices sur le management de projet*. Geneve : Organisation internationale de normalisation.

[9] ISO 31000, 2018. *ISO 31000 :2018 – Management du risque – Lignes directrices*. Genève : Organisation Internationale de Normalisation.

[10] KERZNER, Harold, 2009. *Project Management : A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 10e éd. Hoboken : John Wiley & Sons.

[11] KERZNER, Harold, 2017. *Project Management : A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Hoboken : John Wiley & Sons.

[12] PMI (Project Management Institute), 2017. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. 6e éd. Newtown Square : Project Management Institute.

[13] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2021. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. 7e édition. Newtown Square : Project Management Institute.

[14] PORTNY, Stanley E. et SAGE, James, 2011. *Project Management for Dummies*. 3e éd. Hoboken : John Wiley & Sons.

[15] RAZ, Tzvi et MICHAEL, Erel, 2001. Use and benefits of tools for project risk management. *International Journal of Project Management*, vol. 19, nº 1, p. 9–17.

[16] WYSOCKI, Robert K., 2014. *Effective Project Management : Traditional, Agile, Extreme*. Indianapolis : Wiley.